COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1864.

PRÉSIDENCE DE M. MORIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. l'Amiral **Paris** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante au Bureau des Longitudes par suite du décès de M. l'Amiral *Deloffre*.

(Renvoi à la Commission chargée de préparer la liste des candidats.)

SCIENCE HISTORIQUE. — *Note historique sur les manières diverses dont l'air a été envisagé dans ses relations avec la composition des corps; par* **M. E. Chevreul.**

« Cette Note se compose de deux Sections : dans la première, l'*air* est envisagé comme *élément* ou comme *corps simple;* dans la seconde, il l'est comme *corps complexe*.

Ire Section. — *Air envisagé comme élément.*

» L'*air* a été considéré par les plus anciens écrivains comme un élément de la matière, avec le *feu*, l'*eau* et la *terre*. J'ai fait remarquer, dès l'année 1819 (1), que ces quatre éléments correspondaient aux quatre états d'agrégation des particules matérielles, à savoir : le feu à l'état de fluide impondérable, l'air à l'état de fluide élastique pondérable, l'eau à l'état

---

(1) Au mot Éléments, *Dictionnaire des Sciences naturelles*, et *Journal des Savants*, mars 1851, p. 161.

liquide et la terre à l'état solide. Toutes mes recherches sur l'histoire de la chimie m'ont démontré l'exactitude de cette correspondance.

» Maintenant définissons les deux parties si différentes dont se compose l'alchimie, c'est-à-dire la *théorie* et la *pratique*.

» La *théorie*, émanée des sciences occultes, n'a aucun rapport raisonné avec la *pratique*, qui n'est qu'une expansion des procédés des arts qualifiés aujourd'hui de *chimiques*.

» De cette manière de voir j'ai conclu que la chimie proprement dite est sortie *immédiatement* des arts (chimiques) et *médiatement* de l'alchimie. En effet, l'*origine immédiate* explique comment elle tire de ces arts le caractère positif qui la rattache à la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, et comment elle se trouve ainsi séparée de l'alchimie, dont la théorie, pure émanation des sciences occultes, appartient essentiellement à la *méthode* A PRIORI.

» Dans les écrits alchimiques les plus anciens et les plus estimés des adeptes, l'air est explicitement considéré comme un élément de tous les corps.

CITATIONS.

» *Explication de la Table d'Émeraude, par Hortulain* :

« La pierre a en soi les quatre éléments (1). »

« Tout ce qui est au monde, ayant matière et forme, est composé des quatre éléments (2). »

» *La Tourbe des philosophes* :

« Mais je vous dis que Dieu a créé tout le monde de quatre éléments (3). »

» *Le Livre de la Philosophie naturelle des métaux, par messire Bernard* :

« Car les quatre éléments sont la première matière des choses créées. Ils disent vrai que la » première matière sont les quatre éléments; mais c'est-à-dire ils sont la première matière » de la première matière; c'est à savoir les éléments tous quatre, ce sont les choses de quoi » sont faits le soufre et le vif-argent, lesquels sont la première matière des métaux (4). »

» Le texte de Bernard n'est clair qu'en admettant que ce qu'il appelle la PREMIÈRE *matière des métaux* est leur *matière* IMMÉDIATE, et non leur *matière élémentaire*.

« Ainsi il appert clairement que les quatre éléments qu'ils veulent dire ne sont pas la » première matière des métaux (5). »

---

(1) *Bibliothèque chimique*, 1re édition, p. 4.
(2) *Ibid.*, p. 11.
(3) *Ibid.*, p. 27.
(4) *Ibid.*, p. 118.
(5) *Ibid.*, p. 119.

» Mais les choses diffèrent entre elles par leur *matière immédiate,* qui constitue une *nature spéciale* ou plutôt *générique*. Je ne connais rien dans les écrits alchimiques d'aussi remarquable que les opinions énoncées par Bernard sur la composition des corps, et je me demande en ce moment comment je suis le premier à en avoir fait l'observation!

« Chacune chose requiert son semblable pour être faite et engendrée (1) »

« Parce que lesdits minéraux sont composés de quatre éléments (2). »

» En attribuant à Bernard la distinction de la *composition élémentaire* d'avec la *composition immédiate*, je veux dire une *distinction* EXPLICITEMENT *philosophique :* car je n'ai jamais oublié que Geber, plusieurs siècles avant Bernard, avait considéré les métaux comme formés immédiatement de *soufre*, de *mercure* et d'*arsenic*, et médiatement des quatre éléments; et que les chimistes hollandais Jean Isaac et Isaac, ainsi que Basile Valentin, avaient considéré le *soufre*, le *mercure* et le *sel* comme les principes immédiats des métaux.

» Il m'importe de faire remarquer que Bernard, dans plusieurs passages de ses écrits, n'envisage plus les quatre *éléments* comme des *êtres concrets;* car prenant en considération seulement leurs propriétés respectives *caractéristiques* sous la dénomination des *quatre qualités*, il fait en chimie ce que Galien avait fait en médecine, lorsqu'il distingua sous le nom de *qualités* le *chaud*, le *froid*, l'*humide* et le *sec*. En un mot, dans les deux cas, *en prenant la partie pour le tout,* on *a réalisé en êtres concrets, au point de vue de l'erreur, de pures abstractions.*

» Cette remarque était indispensable avant de parler de Paracelse, parce que cet auteur, en admettant l'existence des quatre éléments, ne les a envisagés dans les corps qu'au point de vue des *quatre qualités*, et pour lui les métaux, conformément aux opinions des Hollandais et de Basile Valentin, étaient immédiatement composés de *soufre*, de *mercure* et de *sel*, et il n'appliquait pas ces noms à des espèces, mais à des genres, comprenant chacun diverses espèces de soufres, diverses espèces de mercures, diverses espèces de sels. Il a été beaucoup plus loin que ses prédécesseurs en s'engageant dans la voie ouverte par Galien, et en généralisant l'idée de la *quintessence* des remèdes pour la considérer au point de vue spécifique et en faire ainsi la base de

---

(1) *Bibliothèque chimique*, 1re édition, p. 121.

(2) *Ibid.*, t. I, p. 132.

sa théorie médicale. Le but qu'il se proposait en appliquant la chimie à la préparation des remèdes était d'isoler les *quintessences* respectives de ces remèdes du *flegme* et du *caput mortuum*, qui, selon lui, en altéraient la pureté et dont la tendance était de produire des poisons dans le corps des malades, effet que les *quintessences* ne produisaient jamais.

» Il importe de montrer en quoi Van Helmont, grand admirateur de Paracelse, s'éloigne de lui dans la manière dont il envisage la nature des corps, quoique cependant il suive son exemple en isolant, par la pensée, de la matière, les propriétés qui nous la rendent sensible, et arrivant ainsi *à faire, au point de vue de l'erreur, des êtres concrets avec de pures abstractions de l'esprit.*

» Il n'existe pour Van Helmont que deux corps, l'*eau* et l'*air*, et ces corps n'ont aucune activité; leur *passivité est absolue.*

» L'activité dont ils semblent jouir n'est qu'apparente; elle appartient à des êtres appelés *archées* quand il s'agit de l'eau, et *magnale* quand il s'agit de l'air.

» Tous les corps pondérables sont formés d'eau et d'une espèce d'archée qui imprime à l'eau à laquelle elle est conjointe, les propriétés spécifiques qui distinguent cette espèce d'archée des autres archées. Si chaque espèce d'archée n'est pas intelligente, elle jouit au moins d'une sorte d'instinct qui la porte à imprimer à l'eau les propriétés par lesquelles l'espèce de corps produit diffère des corps dont les archées diffèrent de celle du premier.

» Si l'air est un élément pour Van Helmont, il le considère comme absolument passif; il ne se conjoint à aucune archée, ne s'unit à aucun corps; d'où la conséquence *qu'il est étranger à la combustion.*

» S'il est absolument passif, comment Van Helmont explique-t-il sa dilatation et sa contraction? Il suppose que l'air n'est pas continu dans sa masse, qu'il s'y trouve des espaces vides qu'il appelle MAGNALE, *chose intermédiaire entre la substance et l'accident, entre la matière et l'esprit.*

» Quand l'espace occupé par le magnale augmente, l'air semble se condenser, comprimé qu'il est par le magnale. Quand au contraire l'espace diminue, l'air semble se dilater, alors que la compression du magnale diminue. C'est donc le magnale, et non l'air, que la chaleur raréfie et que le froid condense.

» L'opinion de Van Helmont est donc que l'air, absolument passif, ne s'unit à aucune archée ni à aucun corps; qu'il n'intervient qu'indirectement dans la combustion, puisque son rôle est borné à recevoir dans le

magnale, qui interrompt la continuité de ses parties, la *production séminale de la combustion*, c'est-à-dire de l'eau retenant quelque chose de l'archée qui constituait avec cette même eau la matière combustible qui a brûlé ; c'est cette *production séminale*, qui, sous la forme de *gaz incoercible* ou *d'esprit sauvage*, en gagnant le *magnale*, s'élève dans la région froide de l'atmosphère où, abandonnant le reste de son archée, elle se réduit en eau qui retombe à la surface de la terre sous la forme de pluie ou de neige.

» La diversité de propriétés des corps attribuée par Van Helmont à la conjonction de l'eau avec des archées aussi diverses que l'on compte d'espèces de matière, distingue le système de Van Helmont de tout autre : car s'il ne s'agissait que de l'eau considérée comme la matière unique des corps, on citerait l'opinion du philosophe grec Thalès de Milet, et l'on pourrait ajouter que Basile Valentin, dans son *Testament*, a exprimé des idées analogues. Je cite le passage suivant, extrait de la seconde Partie, Chap. II (1) :

« Comme il est écrit : l'esprit de l'Éternel se mouvait sur les eaux, et tout le corps élé-
» mentaire a été *eau*; mais l'esprit du Seigneur éternel des armées Sabahot l'a séparé du
» trouble et de l'épaisseur de l'eau, et en a formé la terre, et ensemble tous les fruits des
» métaux, et tous ceux qui oncques furent crées et nés dans la terre ont été *eau* et peuvent
» aussi être restitués et changés derechef en eau ou en forme d'eau ; ainsi en est-il de toute
» chose.... »

» Stahl, dont je vais parler, en excluant l'air de la composition de tout corps, se rapproche de Van Helmont ; mais il s'en éloigne quand il lui attribue l'activité élastique à l'exclusion du magnale ou de toute autre cause. Stahl se rapproche encore de Van Helmont par l'importance qu'il reconnaît à l'eau, sans la considérer pourtant comme passive, sans admettre que les corps divers dans la composition desquels elle entre comme principe doivent leurs différences à des êtres en dehors de la matière, correspondant aux archées de Van Helmont. Il lui fait jouer dans la détonation de la poudre un rôle considérable, en prenant en considération la force élastique qu'elle manifeste toutes les fois que la chaleur la réduit en vapeur.

» On doit à Stahl la première explication de la combustion ; mais elle diffère tellement de la théorie de Lavoisier, qu'elle n'a jamais été, je tranche le mot, bien comprise, parce qu'en effet Stahl, tout en reconnaissant par-

---

(1) *Testament de Basile Valentin*, en latin ; Strasbourg, 1651. Je cite d'après une traduction manuscrite que je possède.

faitement la différence du simple mélange d'avec la combinaison chimique, était réellement disposé, comme Van Helmont, à chercher l'activité dans quelques agents seulement, et dès lors les phénomènes moléculaires se présentaient à sa pensée au point de vue dynamique, plutôt qu'au point de vue chimique proprement dit.

» Aussi, dans ses *Fondements de chimie dogmatique raisonnée et expérimentale*, publiés deux ans avant sa mort (1732), a-t-il défini *la chimie: l'art de dissoudre, de combiner les corps naturels composés, au moyen de mouvements variés, de manière à produire des effets pareillement variés, à l'avantage de la science physique, de la médecine, de la métallurgie et des autres arts mécaniques*, et ajoute-t-il encore : *Le mouvement est l'instrument de la chimie.*

» Les véritables éléments sont pour Stahl l'*éther*, l'*eau* et la *terre*; deux éléments sont fluides, l'*éther* et l'*eau*; l'*éther* jouit de l'extrême fluidité et de la plus grande activité, il pousse les autres éléments, les meut et les mêle. Est-il en repos, il cause le *froid*; se met-il en mouvement, il produit la *chaleur*.

» Le soleil, en mettant l'éther en mouvement, produit aussi de la chaleur, et de la lumière, si le mouvement se fait en ligne droite.

» L'*eau*, plus dense que l'éther, constitue la matière de tous les corps; véhicule de la terre, l'élément inférieur et le plus dense, elle est intermédiaire entre celle-ci et le fluide céleste éthéré, et c'est ainsi que tous les éléments sont unis et conjoints.

» Stahl ne comprend pas l'air parmi les éléments, parce que, selon lui, c'est de l'éther mêlé à des effluves aqueux et aux exhalaisons des corps solides; l'air le plus dense forme l'atmosphère terrestre.

» La terre, l'élément solide, dense, grossier, donne aux corps la solidité, la fermeté et la résistance; elle est de diverses natures. Stahl en distingue quatre : *la terre vitrifiable, la terre calcaire, une terre plus subtile, vitrifiable, qui se trouve dans les sels, une terre éthérée mobile* : c'est le *phlogistique*.

» Enfin Stahl, dans ses *trois cents expériences*, dit positivement que l'air ne se combine avec aucun corps (1).

» Comment envisage-t-il la combustion? D'une manière tout à fait conséquente avec les propositions que je viens de reproduire, à sa définition de la chimie, enfin à la théorie qu'il donna de la fermentation presque à son début dans la science.

(1) Page 383.

» Dans un liquide fermentescible, un *ferment* met en mouvement les parties de ce liquide, analogues à sa matière constituante; et, quand le mouvement est suffisamment rapide, ces parties se séparent des autres; en agissant ainsi on conçoit comment le ferment est capable de changer des matières en sa propre substance.

» La *combustion*, comme la *fermentation*, est un *phénomène dynamique* en dehors de l'affinité. Le combustible résulte de l'union de deux corps, d'un corps incombustible et de *phlogistique;* et la combustion est la séparation de ce phlogistique d'avec le corps incombustible, opérée par l'impulsion que l'air donne à chacune des particules du premier, lesquelles particules sont douées d'une extrême ténuité, quoique solides. Un mouvement faible et modéré les rend *chaudes*, tandis qu'un mouvement suffisamment rapide les rend *lumineuses*.

» En définitive, la *fermentation* et la *combustion* sont pour Stahl deux opérations où la matière se simplifie par le mouvement; le *ferment* est la cause motrice dans la première, comme l'air l'est dans la seconde.

» Résumons en deux grands faits généraux les détails précédents.

» *Premier fait.* — L'opinion presque universelle qu'il existe quatre éléments, le *feu*, l'*air*, l'*eau* et la *terre*, fut admise sans discussion par la plupart des alchimistes; mais ceux-ci admirent que les corps, particulièrement les métaux, n'étaient pas formés immédiatement des quatre éléments, mais de trois principes immédiats, à savoir : de soufre, de mercure et d'arsenic ou de sel. Cette opinion se maintint jusqu'à Van Helmont (de 1577 à 1644), et à Georges-Ernest Stahl (de 1660 à 1734).

» *Deuxième fait.* — Les théories de ces deux savants concernent le second fait. Pour Van Helmont, il n'existe que deux éléments absolument passifs, l'*eau* et l'*air;* pour Stahl, il existe trois éléments, l'*éther*, l'*eau* et la *terre*, dont il compte *trois ou quatre espèces;* et Van Helmont et Sthal s'accordent à considérer l'air comme n'entrant dans la composition d'aucun corps.

» Revenons au passé pour parler du fait de *l'augmentation de poids des métaux par la calcination.*

» Geber, qui mourut, dit-on, au VIIIe siècle, le mentionne dans les écrits qui portent son nom. Ce fait ne cesse pas d'être énoncé dans beaucoup d'écrits jusqu'en 1631, où il est l'objet d'un examen tout spécial par Jean Rey. Avant lui, je citerai seulement Eck de Sulzbach, Cæsalpin, Cardan, Libavius, Porta, qui en ont parlé sans en rechercher les conséquences.

» Jean Rey, né à Bugue, en Périgord, a écrit un livre admirable intitulé : *Essays de Jean Rey, docteur en médecine, sur la recherche de la cause pour laquelle l'estain et le plomb augmentent de poids quand on les calcine* (Bazas, 1630).

» Brun, apothicaire à Bergerac, ayant observé l'augmentation de poids de ces métaux par la calcination, en demande la cause à Jean Rey, et cet homme, dont le nom n'aurait jamais dû être oublié, répond à la question par son livre des *Essays;* il prononce magistralement, en physicien consommé, par des raisonnements appuyés sur l'observation et l'expérience. Tous les corps sont pesants, dit-il, *l'air l'est comme l'eau, et sous l'influence de la chaleur il s'épaissit dans les métaux : de là la cause de leur augmentation par la calcination.*

» Rien de plus élevé que sa démonstration raisonnée de la pesanteur de l'air, et rien de plus ingénieux que ses expériences. Je note qu'il avait constaté par l'expérience qu'un ballon de verre muni d'une soupape, dans lequel on insuffle de l'air avec un soufflet, pèse plus après l'insufflation qu'il ne pesait auparavant. Notons que les expériences de Descartes, de Torricelli et de Pascal ne sont venues qu'après celles de Jean Rey.

» Voilà donc un fait connu depuis longtemps dont la cause est découverte et démontrée. Mais je me hâte de dire que Jean Rey considère dans ses *Essays* l'air comme un élément. Conséquemment, rien dans son travail n'a trait à la composition de l'air atmosphérique.

» N'oublions pas que R. Boyle, le grand physicien de la Société Royale de Londres, attribua l'augmentation de poids des métaux à la fixation du feu (1673).

» Ici j'ouvre une parenthèse pour faire remarquer qu'en 1674 parut un livre où la composition de l'air atmosphérique fut, sinon démontrée rigoureusement, du moins indiquée d'une manière assez précise pour qu'on eût dû, dès cette époque, cesser de considérer l'air comme un élément. Le livre dont je parle est un recueil de cinq Mémoires, de Jean Mayow. C'est par l'examen de ce livre que je commencerai la deuxième Section de cette Note, Section consacrée à l'exposé des recherches entreprises pour démontrer, comme je l'ai dit, la composition de l'air.

» En 1727 parut la *Statique des végétaux* de Hales. L'auteur recueillit un très-grand nombre de gaz dans des *appareils pneumato-chimiques*, en distillant des matières organiques et inorganiques, ou en faisant réagir diverses matières dans des vaisseaux convenables, et, fait remarquable, il arriva à la conclusion que tous ces gaz n'étaient que de l'*air* élémentaire servant de

lien de réunion, de ciment aux particules des corps, formant des agrégats. Il attribua les propriétés qui distinguaient beaucoup de ces gaz à des matières étrangères qui altéraient accidentellement la pureté de *l'air recueilli.*

» Je mentionne pour mémoire trois explications malheureuses de l'augmentation de poids des métaux calcinés; elles furent données par le P. Béraud, jésuite (1748), par Venel (1752?), et par Guyton de Morveau (1762). Le P. Béraud attribue cette augmentation aux sels et aux soufres répandus dans l'air : par la raréfaction de cet air, les corpuscules salins et sulfureux tombent sur les métaux et s'introduisent dans leurs pores. Venel, considérant le phlogistique comme un corps léger fuyant le centre de la terre, dit que la chaleur le chassant des métaux, ceux-ci doivent peser davantage après l'avoir perdu. Guyton de Morveau admet la pesanteur du phlogistique, mais il pense que, bien moins dense que l'air, le métal calciné doit peser davantage après avoir perdu son phlogistique.

» Pour terminer la première Section de cette Note, il ne me reste plus qu'à parler de deux écrits inédits de Lavoisier, et des recherches de Bayen sur les précipités de mercure.

» Je dois à M. Dumas la communication des deux écrits de Lavoisier, et je le prie de recevoir mes remercîments de son obligeance; ils sont intitulés :

» Le premier : *Réflexions sur l'air et sur sa combinaison avec les minéraux;* il est daté du 19 d'août 1772.

» Le second : *Essay sur la nature de l'air;* il est daté du 15 d'avril 1773.

» Dans le premier, Lavoisier cherche à prouver que l'*air*, comme le *phlogistique* ou matière du feu, entre dans la composition des corps.

» Dans le second, il se propose surtout de montrer que tous les corps de la nature sont susceptibles d'exister à l'état solide, à l'état liquide et à l'état fluide élastique, d'après la quantité de matière du feu à laquelle ils sont unis. Il cite l'eau comme exemple d'un corps qui affecte ces trois états suivant les températures auxquelles elle est exposée.

» Il étend sa manière de voir à l'air; il le considère comme un corps pesant, devant son état fluide élastique au phlogistique auquel il est uni. Il est probable, pense-t-il, que si la terre était transportée dans la région de Saturne, l'air deviendrait liquide en perdant du phlogistique, et que l'eau formerait des montagnes et des pierres, en passant à l'état de glace.

» Lavoisier tire comme dernière conséquence de sa manière de voir : que l'*augmentation de poids des métaux par la calcination est due à la combi-*

naison de l'air avec le métal, et la manifestation du feu au phlogistique mis en liberté.

» Il est évident que cette théorie est toute différente de celle de Stahl, puisque l'illustre Allemand n'admet la combinaison de l'air avec aucun corps, et considère le phlogistique comme une matière solide fixe, mais divisée à l'infini, et ne devant la chaleur et l'état lumineux qu'au mouvement plus ou moins rapide que l'impulsion de l'air lui communique dans la combustion des corps.

» Il est évident encore que dans l'écrit de Lavoisier, il n'y a aucune preuve qu'il faille considérer l'air comme composé. Telle était donc sa pensée en avril 1773.

» Je passe à Bayen.

» Bayen publia, dans les premiers mois de 1774, des recherches extrêmement intéressantes sur les *précipités de mercure*. Je ne dois parler ici que de l'expérience où il distilla le *précipité per se*, c'est-à-dire le peroxyde de mercure obtenu par l'oxydation directe du mercure chauffé dans un ballon de verre (enfer de Boyle) (1).

» Il constata ce que Deyeux et Rouelle savaient déjà, que ce *précipité* se réduit par la chaleur seule; mais ce qu'il démontra, c'est que l'opération donnait *un poids de mercure et un poids de fluide élastique dont la somme était égale au poids du précipité distillé.*

» Si la conclusion à laquelle il arrive contre la théorie de Stahl est parfaitement juste, ainsi que l'accord qu'il trouve entre ses expériences et celles de Lavoisier, il considère l'air comme un corps simple, en faisant la remarque toutefois « qu'il le *met au nombre* des éléments pour se conformer » à l'ancien usage; car *qui peut connaître les éléments?* »

» Après ces conclusions, il n'est pas possible d'attribuer à Bayen la découverte du gaz oxygène ni celle de la composition de l'air atmosphérique. »

ARCHÉOLOGIE. — *Remarques sur les objets antiques trouvés dans les tombeaux de Hallstatt (Autriche) et dans les exploitations de sel gemme des environs.* Extrait d'une Lettre de **M. Fournet** à M. Élie de Beaumont.

« Pendant que l'attention du monde scientifique se porte sur les découvertes de M. Boucher de Perthes, et que la majorité des archéologues géo-

(1) *Opuscules chimiques* de Bayen, t. I, p. 302.

logistes se groupe autour de lui pour s'attacher aux vestiges d'une antiquité voisine de l'époque glaciaire ou diluvienne, selon les idées respectives, des savants moins ambitieux ont pris pour but de leurs recherches la production des métaux dans des temps quelquefois encore fabuleux, mais en tout cas moins reculés.

» Dans mon travail du *Mineur*, j'ai fait ressortir ce qui concerne nos anciennes exploitations métalliques en France, d'après MM. Valmont de Bomare et Jouannet, me trouvant à cet égard puissamment aidé par M. Guillebot de Nerville. MM. Héricart de Thury, Poyet, Mallart, etc., etc., m'ont encore fourni d'utiles contingents, tandis que, d'un autre côté, MM. Rossignol et Gaudry étudiaient la marche du progrès en Grèce et dans les contrées orientales. Enfin, M. Morlot nous initiait aux résultats obtenus par les savants explorateurs du Danemark.

» Depuis cette époque, M. Morlot a porté ses recherches métallurgiques du côté de l'Allemagne, dans le Mecklembourg, en Autriche, et il vient de me faire, par lettres successives, l'historique des explorations de M. le Directeur des Mines Ramsauer, dans les exploitations de sel de Hallstatt.

» Mineur de premier ordre, homme d'un caractère éminemment respectable, M. Ramsauer est l'inventeur du système, pratique par excellence, de l'attaque des roches salifères par des jets d'eau continus (*Spritzwerck*), sous l'action desquels ces masses si compactes se délitent et s'excavent aisément.

» Pour ses déductions, M. Morlot s'est servi de quelques-uns des résultats chimiques obtenus par M. de Fellenberg, de Berne, à l'aide d'environ deux cents analyses de matières antiques, en grande partie déjà publiées, et dont l'ensemble sera prochainement présenté à l'Institut. Grâce à cet appui, les conclusions de mon obligeant correspondant présentent un degré de certitude auquel nous sommes peu habitués en pareille matière.

» Ceci posé, j'aborde la grande question de Hallstatt, en expliquant que dans ses environs se trouve le Rudolfsthurm, station placée au cœur des Alpes, au milieu d'une petite vallée dominée par des hauteurs de 2600 mètres, et recélant dans son sein une des plus riches salines de l'Autriche. Au moment de l'arrivée de M. Morlot, M. Ramsauer venait de mettre fin à des recherches continuées pendant quatorze ans avec les précautions nécessaires. Il avait tenu un journal exact des travaux, numérotant, dessinant les objets et dressant des plans détaillés de toutes les tombes quelque peu remarquables, en même temps qu'il levait un plan d'ensemble de celles qui ont été fouillées par lui, à proximité du Rudolfsthurm et à pareille altitude.

» Ces tombes étaient au nombre de 963, dont la moitié, à très-peu de chose près, contenait le squelette et l'autre moitié les cendres des morts. En outre, un petit nombre d'entre elles renfermaient des corps qui n'avaient subi qu'une combustion partielle, et quand la tête seule avait été brûlée, ses cendres gisaient aux pieds du squelette; dans d'autres cas, le bassin avec les jambes étaient intacts, tandis que le reste du corps avait passé au feu; ailleurs c'était l'inverse. En général, les tombes dans lesquelles on avait rassemblé les résidus des incinérations étaient les plus riches en objets divers. Les fouilles de ces 963 sépultures ont fourni en totalité :

» 182 vases en bronze, dont les plus grands atteignaient $0^{m},90$ de hauteur. Ils étaient alors formés de plusieurs pièces habilement jointes par des rivures, sans traces de soudure. Ces vases étaient écrasés, mais faciles à restaurer.

» Beaucoup d'écharpes et de ceinturons en lames de bronze, à ornements repoussés, précisément comme les pièces qu'on trouve dans les tumulus helvétiens, antéromains, et du genre de celles qu'on rencontre par exemple dans les environs de Besançon.

» Des épées, poignards, couteaux, pointes de lances en bronze. D'ailleurs les mêmes formes ont été aussi reproduites en fer, et ces dernières prédominent au point que le fer est, pour ainsi dire, abondant.

» Des haches, dont les deux formes principales, en bronze, sont le celt, qui est assez rare, et le paalstab ou celt aux quatre ailerons, décrit dans la Notice de M. Morlot sur les découvertes faites en Danemark et en Suisse (p. 298). Cette dernière forme est rare en bronze, mais commune en fer. Une pièce à ailerons avait la partie supérieure en bronze, tandis que la lame était en fer.

» Beaucoup d'ambre, en grains de collier quelquefois très-gros; très-peu de grains de collier en verre émaillé, et deux petits vases en verre à côtes.

» Des centaines de fibules, épingles à cheveux et bracelets en bronze, souvent richement ornementés, surtout avec des chaînettes en breloques.

» Deux casques en bronze assez simples.

» Beaucoup de poterie, assez ornée.

» Un peu d'ivoire, façonné en têtes d'épingles à cheveux et en gros pommeaux de poignées d'épées, dont l'une était incrustée d'ambre.

» Très-peu d'or, et celui-ci, d'après l'analyse, provenait de la Transylvanie.

» Quelques pierres à aiguiser, avec anneaux de suspension.

» Absence complète d'argent métallique, de signes alphabétiques et de monnaies.

» Indépendamment de ces objets recueillis dans les tombes, M. Ramsauer a découvert dans le fond même de la mine de sel, à 65 mètres et plus au-dessous de la surface du sol, des vestiges d'anciens travaux, dans lesquels il trouva : une pioche à quatre ailerons en bronze et fixée à son manche en bois; une fibule, analogue à celles des tombes; des lambeaux d'étoffes en laine, et de la peau de chamois.

» Notons, en outre, que dans les salines de Durrenberg, près de Hallein (à deux ou trois lieues de Salzburg), on a trouvé des traces de travaux de la même époque, renfermant entre autres plusieurs manches en bois de frêne, et des haches à quatre ailerons. D'ailleurs, à la surface du sol étaient couchés des débris de tombeaux, semblables, par leur contenu, à ceux de Hallstatt; mais ils n'ont pas été l'objet d'études aussi précises.

» En revenant actuellement aux détails des objets recueillis par M. Ramsauer, au Rudolfsthurm, on remarque d'abord la présence de l'or, métal dont l'exploitation doit remonter à une haute antiquité, d'après les motifs dont j'ai donné le détail dans mon travail sur le mineur (p. 107). Eh bien! à ce sujet, M. Morlot rappelle que, dans ses Voyages en Sibérie (t. IV, p. 601; Paris, 1793), Pallas parle d'anciens travaux souterrains, effectués pour l'extraction de ce métal et qui renfermaient des outils tranchants en bronze. Il en tira la conclusion qu'alors le fer était encore inconnu; mais il s'agissait aussi de savoir d'où provenait l'or. A ce point de vue, celui de l'âge de bronze, trouvé en Mecklembourg, avait déjà été présumé venir de l'Oural, à cause de son contenu en argent. M. de Fellenberg y constata de plus l'existence de 0,92 de platine, et ce résultat du n° 135 de ses analyses, établissant cette provenance d'une manière incontestable, est d'une immense portée, surtout si on la combine avec cette circonstance, qu'en Sibérie, comme dans le Nord européen, de nombreux tumulus sont riches en or et en objets de bronze.

» Toutefois, une analyse de l'or des tombes de Hallstatt, faite par M. de Fellenberg, a donné :

Or	73,78	100,00
Argent	11,06	
Cuivre	15,16	

en déduisant le cuivre, évidemment ajouté artificiellement, on obtient :

Or	87,00	100,00
Argent	13,00	

de sorte que l'alliage correspond à peu près exactement à celui de la mine de Barbara, à Füses, en Transylvanie, auquel M. Rose assigne 14 pour 100 d'argent; ainsi donc, dès ces temps si anciens, la Sibérie n'était pas le seul pays qui fût doté de mines d'or.

» En passant à l'argent, M. Morlot fait observer que Philippe II de Macédoine, père d'Alexandre le Grand, exploitait de riches mines d'argent, dont il battait monnaie en quantités considérables. Ses pièces furent imitées par les Barbares, dans une grande partie de l'Europe, jusqu'en Angleterre; mais en nul autre pays aussi largement et richement qu'en Hongrie, où de superbes contrefaçons, en argent, grosses comme des pièces de 2 francs, sont nombreuses. Donc, à cette époque, l'argent était connu en Hongrie, et puisqu'il manque complétement à Hallstatt, où le commerce avait cependant su apporter l'ambre de la Baltique, l'or de la Transylvanie, l'ivoire de l'Afrique, et le verre (phénicien?), on peut conclure que l'existence de ses exploitations du sel est antérieure au règne de Philippe II, c'est-à-dire au IVe siècle avant l'ère chrétienne.

» D'ailleurs, l'absence du plomb s'accorde avec celle de l'argent pour achever de démontrer que les mineurs en question n'exploitaient pas encore les minerais les plus habituellement argentifères, et cette circonstance se manifeste également dans la Scandinavie, car les antiquaires du Nord y ont signalé la présence de l'or, mais l'absence de l'argent, parmi les objets de l'âge de bronze. Enfin, en thèse générale, M. de Fellenberg ayant fait la remarque qu'en Europe le plomb et l'argent apparaissent ensemble, et que l'argent présuppose l'extraction du plomb, on voit que Hallstatt confirme admirablement ce principe.

» Relativement aux bronzes, il convient de faire observer que quelques centièmes de plus ou de moins, dans les quantités de l'étain et du cuivre, sont des détails insignifiants; les différences de ce genre prouveraient simplement que, dans les temps très-anciens, on ne savait pas encore établir les doses avec une extrême exactitude. Par contre, les autres métaux qui entrent accessoirement dans leur composition tendent à conduire vers des conclusions d'une certaine importance; ils peuvent dévoiler les procédés métallurgiques mis en usage pour obtenir les composants des alliages ou même faire connaître la patrie des minerais dont ils proviennent.

» Dans cet ordre d'idées, M. de Fellenberg observe que les bronzes vraiment antiques, c'est-à-dire ceux qui sont propres à l'âge du bronze, ne contiennent jamais de zinc et rarement de simples traces de plomb, comme impuretés accidentelles, et c'est précisément ce qui a lieu pour les objets

découverts à Hallstatt. Leur bronze est à l'antique, cuivre et étain, sans plomb. Du reste, à cet égard, son opinion se trouve confirmée par la découverte d'un couvercle de vase de bronze présentant des animaux copiés, selon toute apparence, d'après un modèle étrusque antique, circonstance qui est d'autant mieux caractérisée que ces saillies, repoussées au marteau, sont le produit d'une main encore barbare quoique assez habile.

» A l'inverse des alliages précédents, ceux des Romains, des Grecs et des Égyptiens renferment, à titre d'éléments intentionnels, le plomb et parfois même le zinc. Au surplus, j'ajoute ici deux analyses de notre excellent chimiste qui permettent d'apprécier la variabilité de la constitution des bronzes antiques; elles compléteront en outre les détails déjà exposés dans mon volume du *Mineur*, p. 418-419.

	Bronze du Musée d'Annecy.	Bronze de la collection de M. Lacroix.
Cuivre	88,79	94,28
Étain	9,71	5,14
Argent	0,15	»
Fer	0,20	0,06
Nickel	1,15	0,46
Plomb	»	0,06
	100,00	100,00

» Les résultats de la première colonne sont donnés par la 161e analyse de M. de Fellenberg, et elle a été effectuée sur un fragment de culot d'une vieille fonderie établie à Meytet, près d'Annecy, où il était accompagné de haches, de faucilles, de bracelets et d'épingles à cheveux.

» Les chiffres de la seconde colonne sont ceux de la 168e analyse; elle a pour objet l'examen d'une faucille appartenant à M. Lacroix, pharmacien à Mâcon.

» En résumé, la population qui repose dans les 963 tombeaux de Hallstatt a exploité le sel souterrainement, et elle s'est enrichie par ce moyen avant le règne de Philippe II de Macédoine; c'était pendant les premiers temps de l'âge de fer, assez vraisemblablement du ve au xe siècle avant l'ère chrétienne, mais plus probablement à une époque antérieure, puisqu'alors le plomb et l'argent n'étaient pas encore exploités dans l'Europe centrale.

» Pour sa part, M. Morlot estime que le vaste cimetière entièrement

exploité par M. Ramsauer avec ses vestiges d'anciens travaux miniers constitue une des grandes découvertes européennes à placer à côté de celles de Pompéi, des habitations lacustres de M. Keller, ainsi que des fouilles danoises; elle est d'autant plus précieuse, que la station, placée au cœur d'une chaîne ardue, presque inaccessible, à un quart de degré du méridien de sa lisière, tendait à écarter autant que possible les influences extérieures.

» A ces considérations il me sera permis d'ajouter que les étranges différences signalées entre les diverses combustions des cadavres de Hallstatt étaient peut-être liées à quelques cérémonies symboliques en usage chez les anciens mineurs et analogues à celles qui se pratiquaient en Égypte pour les momies, ou bien à celles que l'on voit encore de nos jours entre les membres de certaines corporations ouvrières. En admettant cette donnée, il serait vraiment intéressant de retrouver des particularités analogues dans les tombes des Tschudes de la Scythie, dans celles des Dactyles, des Cabires et des Corybantes des îles de Crète et de Chypre, ou bien dans celles des métallurgistes étrusques de la Toscane; elles feraient découvrir un lien par lequel ces antiques races de mineurs se rattacheraient entre elles.

» Indépendamment de cette indication sommaire, je fais ressortir d'une autre manière l'importance des découvertes de M. Ramsauer; elles n'ont pas, conformément à la tendance dominante du moment actuel, pour objet les relations plus ou moins géologiques de l'espèce humaine avec les animaux dits *antédiluviens;* leur point de départ est diamétralement opposé. Partant du monde connu, elles le prolongent vers l'inconnu, et en ce sens elles ouvrent une voie plus sûre que ne l'est la précédente. En la suivant pas à pas on établira de mieux en mieux la marche du progrès dont le mineur est et restera toujours, comme je l'ai avancé, un des principaux moteurs.

» Enfin, je pense qu'on ne trouvera pas qu'il est hors de propos d'insister sur ces antiques industries de la Germanie, car elles démontrent que ses anciennes peuplades étaient tout aussi peu sauvages que nos ancêtres les Gaulois, chez lesquels les Romains ont trouvé des arts qui leur étaient inconnus. Là barbarie n'existait guère que chez ces calomniateurs jurés des autres nations, dont ils ont constamment convoité les richesses pour donner plein et entier cours à leurs folles orgies et à leurs féroces dissipations. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de quatre Membres destinés à compléter la Commission chargée de proposer une question pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1866. Cette adjonction est faite sur la demande des Membres déjà élus.

MM. Pouillet, Fizeau, Delaunay, Becquerel réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse de diverses feuilles et de quelques plantes; par* M. Ém. Gueymard.

(Commissaires, MM. Boussingault, Payen.)

« Puisqu'en agriculture il ne faut rien perdre, j'ai pensé qu'on pourrait tirer un parti utile des feuilles des arbres; il en existe bien quelques analyses, mais elles sont disséminées dans plusieurs ouvrages étrangers aux agriculteurs.

» Les feuilles des arbres doivent-elles trouver un rang dans les engrais? On peut répondre affirmativement.

» Les hautes futaies et les bois taillis ne reçoivent jamais que les engrais des feuilles mortes qui pourrissent sur place, ainsi que les éléments de l'atmosphère. Si les feuilles étaient enlevées tous les ans, on verrait diminuer la végétation, et les coupes ne pourraient plus se faire qu'à de plus grandes distances.

» Mais, en dehors du domaine forestier, les feuilles tombent sur le sol et sont emportées par les vents et tellement éparpillées, qu'elles ne peuvent plus produire d'effet sensible.

» L'analyse des feuilles forestières est la moins importante, puisque ces feuilles restent au profit des arbres qui les ont produites.

» J'ai eu la pensée, sur la fin de 1863, qu'il serait intéressant de ramasser moi-même le plus grand nombre possible de feuilles dans ma propriété sur la rive droite du Drac, près Grenoble, et dans celles de mes voisins, puis de présenter un tableau d'analyses des éléments de ces feuilles et de quelques autres plantes sous une forme qui pût être comprise par tout le monde.

» J'ai donc pris 100 grammes de chaque espèce à l'état sec, je les ai

réduits en cendres, et j'ai donné dans mon tableau les éléments (sels solubles, silice, carbonate de chaux, carbonate de magnésie, phosphates de chaux et de fer, total des cendres sur 100 grammes de matière). La dernière colonne indique ainsi la somme de tous les éléments, en d'autres termes la quantité de cendres produite par 100 grammes de matière sèche. Un simple écolier peut donc lire et comprendre tout ce que renferme mon tableau.

» En agriculture, les principes fournis par l'atmosphère ne manqueront jamais. La source est inépuisable; mais il n'en est pas de même des principes fixes fournis par le sol, les amendements, les engrais naturels ou artificiels, les détritus de toute espèce appartenant aux trois règnes.

» Le phosphate de chaux, le carbonate de potasse, contenus en très-grande quantité dans la colonne des sels solubles, ne seront jamais assez abondants, et c'est à la science qu'il faudra toujours recourir pour obtenir des suppléments. Le carbonate de chaux et les marnes seront impérieusement nécessaires pour tous les terrains non calcaires. La science sera encore interrogée pour tous les sols trop calcaires qui dévorent si rapidement les engrais. La silice, quand on pourra l'employer à l'état gélatineux, viendra fortifier les tiges des céréales. On obtiendra plus de grains et de pailles.

» Il faut donc rechercher dans mes tableaux les végétaux qui ont donné la plus grande quantité de cendres et les cendres qui contiennent le plus de potasse (colonne des sels solubles), de phosphates, de carbonate de chaux, etc.

» Ainsi, la plante d'une richesse remarquable, c'est la fane de pommes de terre. 100 grammes ont donné $16^{gr},782$ de cendres, $7^{gr},244$ de sels solubles, $1^{gr},814$ de phosphates.

» Les tiges de choux domestiques, les feuilles de saule pleureur, de noyer, de mûrier, de charmille, de tilleul argenté, d'acacia, les tiges de dahlia, les feuilles et brindilles de buis, les feuilles d'ormeaux, etc., sont aussi plus ou moins riches.

» Dans un Mémoire que j'ai publié sur la vigne (*Fumer la vigne par la vigne*), j'ai fait connaître tous les avantages que l'on pouvait retirer des feuilles de vigne et des sarments.

» Dans un autre Mémoire sur les nitrières artificielles, on a vu qu'on pouvait se procurer des engrais puissants avec des débris que l'on perd en général.

» Quelques mots maintenant sur l'utilisation des substances végétales contenues dans ces tableaux.

» 1° Il faudra ramasser avec beaucoup de soin les fanes de pommes de terre. On devra de suite, étant vertes ou à moitié desséchées, les stratifier avec du fumier frais d'écurie : on obtiendra après la décomposition un engrais très-puissant; ou bien employer les fanes pour faire un terreau ordinaire, ou enfin comme élément principal des nitrières artificielles.

» 2° Faudra-t-il incinérer les substances mentionnées au tableau pour n'avoir à employer que les cendres? Évidemment non, car on perdrait tout le bénéfice des sels solubles qui seraient emportés à la première pluie dans le sous-sol et même dans les nappes souterraines qui alimentent les ruisseaux, les rivières et les fleuves.

» Toutes ces substances peuvent être employées pour fumer la vigne, ou bien pour les nouvelles plantations de vigne. Elles seront précieuses, parce que la décomposition en général est lente et que les racines trouveront des voies ouvertes pour s'étendre au loin. On devra donner la préférence à celles qui sont les plus riches en sels de potasse (1re colonne, sels solubles).

» 3° Toutes ces substances sont très-bonnes pour faire la litière de tous les animaux sans exception.

» 4° Les substances les plus riches en sels solubles pourront être mélangées avec les fumiers pour faire les pommes de terre (1re colonne).

» 5° Dans toutes les terres fortes argileuses, peu perméables, on pourra porter en nature toutes les feuilles de mon tableau et les enterrer au dernier labour.

» Ces feuilles se décomposent difficilement, rendent le sol perméable à l'eau et à l'air; les racines peuvent s'étendre, le fendillement de la terre n'aura plus lieu que dans des années exceptionnelles. Les céréales, les plantes fourragères s'élèveront, se développeront comme dans les bons terrains.

» A défaut d'une assez grande quantité de feuilles, il faudra y ajouter des engrais frais pailleux.

» 6° Pour les céréales de toute espèce, choisir dans la cinquième colonne les feuilles, les plantes qui donnent la plus grande quantité de phosphates.

» 7° Pour les plantes fourragères, donner la préférence aux feuilles, aux plantes qui contiennent le plus de carbonate de chaux (3e colonne) et le plus de phosphates (5e colonne).

	ANALYSE DE FEUILLES ET DE QUELQUES SUBSTANCES VÉGÉTALES.	SELS so-lubles.	SILICE.	CARBONATE de chaux	CARBONATE de magnésie.	PHOSPHATES de chaux et de fer.	CENDRES sur 100 gramm. de matière
		grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.
1.	100 grammes de feuilles de charmille, ramassées après leur chute naturelle	0,65	5,28	5,46	"	1,08	12,47
2.	100 grammes de feuilles de noyer, ramassées après leur chute naturelle	1,5100	0,5385	9,6930	traces.	0,4308	12,1723
3.	100 grammes de feuilles de mûrier greffé, ramassées après leur chute naturelle	0,9000	4,4888	8,8328	traces.	1,2308	15,4524
4.	100 grammes de feuilles de mûrier greffé, cueillies le 14 août sur les mûriers	2,2184	2,3564	4,3593	0,6833	1,9440	11,5614
5.	100 grammes de tiges d'un an ayant porté ces feuilles	1,4615	0,3200	1,2600	0,3280	0,6000	3,9695
6.	100 grammes de feuilles de hêtre, ramassées après leur chute naturelle	0,4760	1,0240	3,7672	"	0,3328	5,6000
7.	100 grammes de feuilles de platane, ramassées après leur chute naturelle	1,0000	0,6874	3,6825	"	0,1718	5,5417
8.	100 grammes de feuilles de tilleul argenté, ramassées après leur chute naturelle	0,4020	1,9734	5,6628	"	0,8151	8,8533
9.	100 grammes de feuilles de saule pleureur, ramassées après leur chute naturelle	1,5200	1,1340	6,9930	"	0,6143	10,2613
10.	100 grammes de feuilles de saule pleureur, le même arbre, cueillies le 21 août sur l'arbre	3,6470	0,3373	2,4737	0,6821	1,5742	8,7143
11.	100 grammes de tiges d'un an du saule pleureur ayant porté ces feuilles	2,4483	0,2070	2,5530	0,4002	1,1385	6,7470
12.	100 grammes de feuilles d'acacia, ramassées après leur chute naturelle	2,0200	0,3145	5,6610	"	0,4089	8,4044
13.	100 grammes de feuilles de peuplier d'Italie, ramassées après leur chute naturelle	0,4000	2,2373	6,1525	0,3076	0,6525	9,7499
14.	100 grammes de feuilles de vigne, cueillies sur les sarments en octobre	1,1700	0,7527	4,8300	"	0,7487	7,5014
15.	100 grammes de sarments de vigne, treillage	1,0320	0,0445	0,3000	0,0660	0,3665	1,8090
16.	100 grammes de tiges et de feuilles de dahlia, coupées le 1er novembre	5,0200	0,2720	6,1480	0,7840	1,7490	14,9730
17.	100 grammes de tiges et de feuilles de colza, partie supérieure, coupées à la récolte	2,1080	0,1384	2,2136	0,1604	0,2767	4,8972
18.	100 grammes de pousses d'un an de glycine à fleurs bleues	1,7977	0,2292	0,5585	0,0018	0,9802	3,5669
19.	100 grammes de feuilles de chêne de Séchilienne, après leur chute naturelle	0,090	1,511	3,614	0,276	0,657	6,148
20.	100 grammes de brindilles d'ormeaux avec toutes leurs feuilles	0,7544	2,9646	5,0370	0,1460	0,9882	9,8902
21.	100 grammes de brindilles de l'année avec toutes les feuilles du pin lord Veymout	0,4377	0,2194	1,1720	0,1846	0,4851	2,4988
22.	100 grammes de brindilles de buis avec toutes les feuilles	1,3560	3,3775	4,2460	"	0,3860	9,3655
23.	100 grammes de feuilles de châtaignier, de Montavet, près d'Eybens	0,1566	0,9842	2,9526	0,5698	0,6734	5,3366
24.	100 grammes d'enveloppes de la châtaigne, de Montavet (Hérisson)	0,730	0,851	1,825	0,138	0,626	4,170
25.	100 grammes de châtaignes du commerce	0,900	0,130	0,100	"	0,320	1,450
26.	100 grammes de plantes de chanvre au moment de la récolte	1,3270	0,2115	1,9740	0,4653	0,5405	4,5183
27.	100 grammes de coquilles de noix	0,290	0,130	0,285	"	0,025	0,730
28.	100 grammes de balles de blé, prises à la batteuse Robin	0,96	11,39	0,68	"	1,00	14,03
29.	100 grammes de balles de blé adhérentes au grains, prises au moulin Bouvier	0,9000	2,4696	0,5282	0,4851	0,8379	5,2208
30.	100 grammes de tiges et de racines de chou ordinaire	4,707	1,881	1,120	0,066	0,632	8,406
31.	100 grammes de plantes de panais des prairies, fourrage refusé par tous les bestiaux	1,863	1,065	5,857	0,788	1,065	10,638
32.	100 grammes de fanes de pommes de terre	7,244	2,832	4,779	0,113	1,814	16,782
33.	100 grammes de maïs, fourrage sec	3,9125	1,9778	0,9522	0,1758	1,1720	8,1903
34.	100 grammes de petites branches d'un jeune noyer crû sur les bords du Drac	0,4336	0,1302	2,9621	"	0,2930	3,8189
35.	100 grammes de petites branches de pin d'Autriche de mes bosquets	0,056	0,264	0,881	0,076	0,117	1,194
36.	100 grammes de cep de vigne, treillage	0,440	0,443	1,050	0,210	0,268	2,411
37.	100 grammes de lierre grimpant sur les peupliers de Virginie	0,908	1,392	2,842	0,232	0,493	5,867

GÉOLOGIE. — *Notice sur une exploration géologique de Madagascar*, accompagnée de deux planches de coupes et vues et d'une carte géologique, avec un Appendice relatif à l'île de la Réunion et une Étude sur les soulèvements de Madagascar; *par* **M. Edm. Guillemin.** (Extrait de l'*Étude sur les soulèvements de Madagascar* qui résume l'ensemble du travail.)

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, de Tessan, Daubrée.)

« Dans un voyage d'exploration entrepris pendant l'année 1863, j'ai parcouru les côtes nord-est et nord-ouest de Madagascar et observé les directions des principaux soulèvements du nord de la grande île.

» En rangeant ces directions dans l'ordre d'ancienneté des soulèvements, on a :

» 1° Les granites anciens de la presqu'île d'Antongil, N. 33° O.;

» 2° La limite nord du bassin houiller de la côte nord-ouest, N. 46° 30′ O.;

» 3° Le soulèvement central (axe de Madagascar) observé d'après les chaînes parallèles situées près de la côte est et par l'île Sainte-Marie, N. 24° 30′ E.;

» 4° Les granites et les porphyres en relation avec les pétrosilex et les quartzites, N. 3° O.;

» 5° Le système dioritique de la Réunion et des Comores qui traverse Madagascar en y laissant des accidents orographiques et topographiques assez tranchés, N. 48 à 49° O.;

» 6° L'axe basaltique de la côte nord-ouest, N. 42° 30′ E.

» 7° L'axe basaltique de la côte nord-est, N. 14° O.;

» I. *Granites anciens, système du Morbihan.* — Des vingt et un systèmes de montagnes de l'Europe, un seul, prolongé par son grand cercle de comparaison, vient couper Madagascar : c'est le système du Morbihan. Il atteint la grande terre, près de Nossi-bé, par le côté est de la baie de Passandava, et sort par le fond de la baie d'Antongil dont il détermine la ligne de thalweg.

» L'angle que fait ce grand cercle avec le méridien du 47ᵉ degré est de 33 degrés environ. En effet, le système du Morbihan, rapporté par le calcul au point R, intersection de ce méridien avec le 13ᵉ parallèle de latitude sud, pris comme centre de comparaison de la région nord de l'île de Madagascar, est caractérisé par l'angle N. 33° 14′ O.

» Le système du Morbihan est représenté par le massif de montagnes qui

couvre la partie ouest de la presqu'île d'Antongil et qui forme le côté est de la baie.

» II. *Système des Ballons; limite du terrain houiller.* — Le système des Ballons prolongé par son grand cercle de comparaison vient couper le pentagone des îles Seychelles dans sa partie nord-ouest, en passant par Chiraz, près du golfe Persique, traversant le golfe, passant à Mascate, au cap Rasalgate, pour aller couper l'équateur par le 76e degré est, après avoir laissé au sud les Maldives.

» Ce système doit donc avoir eu une certaine importance dans le pentagone des Seychelles. Il passe, il est vrai, à plus de 30 degrés de la pointe septentrionale de Madagascar, et cependant, si on rapporte par le calcul le système des Ballons au point de comparaison R choisi pour le nord de Madagascar, on trouve pour ce système la direction N. 46°44′O., presque identique avec celle qui a été observée, N. 46°30′O.

» III. *Système central de Madagascar.* — Le système central de Madagascar, qui a donné à l'île sa forme et son relief principal, a laissé le long du rivage des traces qui, à défaut d'une constatation faite dans l'intérieur, ont permis de déterminer l'orientation de ce système.

» L'île de Sainte-Marie est un chaînon du même système; sa direction est N. 24°30′E.

» La ligne de côte de la partie est de la presqu'île d'Antongil, depuis l'île Nepatte jusqu'au cap Est, affecte la même direction, ainsi que l'ensemble du rivage près de Tamatave.

» Le soulèvement central est celui qui a joué le plus grand rôle dans l'orographie générale du pays. Il commence à se manifester à 30 kilomètres environ du rivage par une série de chaînes parallèles qui s'élèvent en gradins et se propagent jusqu'à la chaîne d'Angove. L'ensemble de ces chaînes se prolonge vers le sud jusqu'à l'extrémité de l'île.

» Ce système est parallèle aux montagnes de la côte orientale de l'Afrique et à la direction générale du canal de Mozambique.

» Le réseau pentagonal présente, dans le dodécaédrique rhomboïdal I‴, le grand cercle de comparaison cherché. Ce grand cercle, partant du point I‴ situé dans le haut de la rivière Orange, suit parallèlement les accidents orographiques de Mozambique, Zanzibar, etc., et probablement ceux de la nouvelle chaîne signalée près de l'équateur par le baron Deken. Rapportée au centre du pentagone des îles Seychelles, la direction représentée par ce grand cercle serait N. 25°24′14″,64 E. Rapportée à l'île Sainte-Marie, elle s'éloignerait assez peu de la direction indiquée ci-dessus, N. 24°30′E,

et ce serait pour se rapprocher de l'axe de figure de l'île qui est orienté N.16°35′E.

» La masse soulevante est granitique, mais il est impossible de préciser l'époque du soulèvement, en l'absence d'une constatation précise des effets produits sur les couches sédimentaires que quelques voyageurs ont signalées comme en ayant été affectées.

» Les basaltes se sont fait jour en grandes masses et postérieurement, par les dislocations de ce système.

» IV. *Granites et porphyres.* — Les granites éruptifs, les porphyres et les pétrosilex du nord affectent une direction bien déterminée qui se trouve accusée dans un grand nombre de points par des accidents orographiques et topographiques.

» On trouve dans l'hexatétraédrique mH‴ le grand cercle de comparaison de ce système, qui est caractérisé dans le nord de Madagascar par la direction N.3°O. Il coupe le nord de Madagascar suivant une direction qui s'éloigne, il est vrai, de près de 2 degrés de celle qui a été constatée, mais ce cercle de comparaison se trouve placé comme l'axe de symétrie des soulèvements parallèles qui s'étendent de part et d'autre.

» Cette direction est en relation non-seulement avec les granites et les porphyres, mais encore avec des pétrosilex et des quartzites. Dans un grand nombre de points, les quartzites passent au quartz hyalin.

» V. *Diorites.* — Le système dioritique de Madagascar est caractérisé dans sa direction et comme axe de symétrie par le dodécaédrique rhomboïdal I″Iᴵᵛ.

» Ce cercle passe au nord de l'île de la Réunion, parallèlement au grand axe de cette île dont la masse soulevante est formée de diorite. Il traverse Madagascar par la baie d'Antongil et le port Radama, et va passer au nord des Comores parallèlement à leur axe.

» Dans la grande terre, ce soulèvement est représenté par les diorites qui forment le nord de la presqu'île de Passandava, et par celui qui, continuant cette direction, se voit au nord de la presqu'île d'Antongil. De part et d'autre de cette ligne de faîte, la vallée du Somberano et celle du Tungurabaly creusent deux sillons parallèles. La direction de l'axe dioritique rapportée au centre des Seychelles serait celle du bissecteur des cercles DH et DIᴵᵛ et aurait pour orientation N.42°35′45″,33O. Ce cercle coupe le 47ᵉ méridien suivant l'orientation N.47°10′O.

» VI. *Axe basaltique du nord-ouest.* — Cet axe, très-remarquable par son étendue, a été suivi sur une longueur de 200 kilomètres, et se jalonne de-

puis Windsor-Castle par les trois pointements de l'île Nossi-Mitziou (l'île longue), par les masses basaltiques du nord de Nossi-bé et par les îles Sacatia et Cacasou-Bérani. On peut sur les cartes le suivre au delà et le retrouver au nord-ouest de la baie de Baly, se continuant en passant à l'extrémité du lac d'Efatua qui contient un bitume auquel l'ambre gris est associé. Ce système est représenté par le grand cercle DI‴ orienté au centre du pentagone N. 43° 24′ 14″, 67 E. L'angle trouvé sur la côte nord-ouest est de N. 42° 30′ E.

» VII. *Axe basaltique du nord-est.* — La partie nord-est, dans presque tout son développement, est de nature basaltique. Une série de chaînons de cette roche se profilent et peuvent être reconnus des navigateurs. Ces chaînons affectent la direction N. 14° O. Leur grand cercle de comparaison se trouve dans l'octaédrique HH‴, ou dans le bissecteur des cercles DI et DH ; ce qui fait pour direction rapportée au centre du pentagone, N. 10° 35′ 45″ O., et rapporté à la côte est il diffère de 1 degré $\frac{1}{2}$ seulement de la direction observée. »

M. **Remak** présente la 2e partie de son Mémoire sur les effets thérapeutiques et physiologiques du courant galvanique constant.

(Renvoi à l'examen des Commissaires déjà nommés : MM. Velpeau, Rayer, Bernard.)

M. **Turquan**, qui avait précédemment soumis au jugement de l'Académie un Mémoire sur la stabilité de l'équilibre des corps flottants, adresse une rectification relative aux nos 21 et 22 de ce Mémoire.

(Renvoi aux Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

M. V. **Poulet** envoie une rectification pour un travail « sur le goître à Plancher-les-Mines », précédemment adressé comme pièce de concours pour le prix de Statistique.

A cette rectification l'auteur a joint des considérations sur une des causes qu'il considère comme favorisant l'apparition du goître, l'humidité de l'air habituelle aux vallées resserrées.

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

M. André Nielsen adresse de Fredstedt (Danemark) une Note sur une machine à vapeur rotative.

Cette Note, qui est accompagnée d'une figure, est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Combes et Séguier.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le numéro de décembre de la *Revue maritime et coloniale*.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse le n° 8 des Brevets d'invention pris en 1864.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter des candidats pour deux places vacantes au Bureau des Longitudes, places du nombre de celles qui sont attribuées à la marine. Les deux Membres à remplacer sont : l'un, feu M. l'Amiral *Deloffre;* l'autre, *M. Lamé,* passé récemment à l'une des places attribuées à la géographie.
L'Académie aura à présenter deux candidats pour chacune de ces places.
Les deux listes, conformément à l'usage suivi en pareil cas, seront préparées par une Commission formée par la réunion des Membres des trois Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.

La Société de Géographie adresse des lettres d'invitation pour la deuxième assemblée générale de 1864, qui se tiendra le 16 décembre, sous la présidence de *M. de Chasseloup-Laubat*, Ministre de la Marine.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une série de Bulletins météorologiques de l'Observatoire impérial, présentés par M. Le Verrier.

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de l'auteur, *M. Elia Lombardini*, un « Essai hydrologique sur le Nil » ;

Et au nom de *M. Zantedeschi*, des « Lettres sur l'origine de la rosée et de la gelée blanche ».

Ce dernier opuscule est renvoyé à M. Fizeau, avec invitation d'en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal.

M. d'Archiac présente la 17e livraison de la « Paléontologie française ».

TOPOGRAPHIE. — *Exposé sommaire des résultats obtenus en appliquant la photographie à l'étude du terrain, à Grenoble et dans les environs, en août* 1864. Note de M. **Laussedat**, présentée par M. Morin.

« Dans sa séance du 25 juin 1860, l'Académie a bien voulu, sur le Rapport de M. Laugier (1), accorder son approbation à la méthode que j'ai proposée pour appliquer la photographie à l'étude du terrain.

» Quelque temps après, M. le Ministre de la Guerre, à la demande du Comité des fortifications, ordonna que des expériences régulières fussent entreprises à l'effet de constater l'utilité de cette méthode.

» Ces expériences ont été exécutées en 1861 et 1862 par les officiers de la division du Génie de la garde impériale, et elles ont donné les résultats les plus satisfaisants. Toutefois, les nécessités du service militaire ne permettaient pas aux officiers de la garde de poursuivre des travaux topographiques d'une grande étendue, et depuis l'année dernière, M. le capitaine Javary, qui s'était beaucoup occupé antérieurement de photographie, a été mis à ma disposition pour m'aider à tirer du procédé en question tout le parti possible.

» Les vues et le dessin que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie sont le résultat de la dernière et de la plus complète des expériences du capitaine Javary. Ils représentent la ville et les environs de Grenoble. Les vues ont été prises au moyen de deux objectifs de distances focales différentes, $0^m,50$ et $0^m,27$. Le premier objectif était employé pour obtenir des images assez grandes d'objets éloignés ou dont les détails devaient être étudiés avec soin. Le second, qui avait l'avantage d'offrir un champ net de 60 degrés, était réservé pour les vues rapprochées.

» L'étendue totale du terrain représenté sur la carte dépasse 20 kilomètres carrés. Cette carte est dessinée à l'échelle de $\frac{1}{5000}$, et les détails nombreux

(1) La Commission chargée d'examiner le Mémoire que j'avais présenté était composée de MM. Laugier et Daussy.

qu'elle renferme ont été *entièrement* déduits de vingt-neuf vues prises de dix-huit stations différentes, réparties entre deux cheminements dirigés l'un sur la rive droite, et l'autre sur la rive gauche de l'Isère. Les sections horizontales sont tracées à l'équidistance de 10 mètres, et expriment très-nettement le relief si accusé des contre-forts de la rive droite, dont le point culminant sur la carte n'est pas à moins de 1000 mètres au-dessus du niveau de l'Isère. Les sinuosités de ces courbes ont été déterminées au moyen de plus de 600 cotes calculées en combinant les distances horizontales résultant de la construction du plan avec les hauteurs apparentes évaluées sur les vues photographiées.

» Il est à remarquer, et le registre de nivellement en fait foi, que le point le plus rapproché de la station qui a servi à le construire en est distant de 940 mètres. Il n'y a guère qu'une dizaine de points dont la distance à la station correspondante soit inférieure à 1000 mètres. Le plus grand nombre est à une distance supérieure à 1500 mètres, et il y en a qui vont jusqu'à 4500 mètres. Cependant la manière dont les courbes se comportent témoigne de l'exactitude de l'ensemble du nivellement, et il nous semble hors de doute qu'il serait difficile d'arriver à un semblable résultat par les autres moyens expéditifs en usage dans les reconnaissances topographiques. Les opérations sur le terrain ont duré soixante heures. Le travail de cabinet a été entièrement exécuté à Paris en moins de deux mois. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules d'addition des fonctions elliptiques de M. C.-G.-J. Jacobi, dans son* « Mémoire sur la rotation d'un corps ». Note de M. **O.-J. Broch**, de Christiania, présentée par M. Hermite.

« L'illustre Jacobi a, dans son célèbre Mémoire sur la rotation d'un corps (Crelle, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. XXXIX), donné un tableau de formules d'addition des fonctions elliptiques, dont une seule était connue depuis longtemps et avait donné lieu à la construction géométrique de Lagrange.

» La démonstration de ces formules, comme elle est donnée par Jacobi, ou comme elle est donnée plus tard par M. Schellbach (*Lehre on den elliptischen Integralen und den Theta-Functionen*, Berlin, 1864), n'est pas si facile qu'elle peut l'être. En effet, ces formules se déduisent immédiatement du célèbre théorème d'addition d'Abel.

» Si l'on désigne par $f(x)$ l'intégrale elliptique

$$f(x) = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}\,\sqrt{1-k^2x^2}},$$

où les radicaux $\sqrt{1-x^2}$ et $\sqrt{1-k^2x^2}$ commencent par les valeurs $+1$, les trois quantités x_1, x_2 et ξ, liées par les équations

$$(1)\quad \begin{cases} x_1(a+x_1^2) + b\sqrt{1-x_1^2}\sqrt{1-k^2x_1^2} = 0, \\ x_2(a+x_2^2) + b\sqrt{1-x_2^2}\sqrt{1-k^2x_2^2} = 0, \\ \xi\ (a+\xi^2) - b\sqrt{1-\xi^2}\ \sqrt{1-k^2\xi^2} = 0, \end{cases}$$

satisferont, suivant Abel, à l'équation

$$f(x_1) + f(x_2) = f(\xi).$$

Les trois quantités x_1^2, x_2^2 et ξ^2 seront alors racines de l'équation

$$(2)\quad x^2(a+x^2)^2 - b^2(1-x^2)(1-k^2x^2) = (x^2-x_1^2)(x^2-x_2^2)(x^2-\xi^2) = 0.$$

Abel tire de là l'équation

$$b^2 = x_1^2x_2^2\xi^2, \quad b = \pm x_1x_2\xi,$$

et détermine le signe par la considération que pour des valeurs évanouissantes de x_1 et x_2, ξ s'évanouira en même temps, et que

$$\sqrt{1-x_1^2},\quad \sqrt{1-k^2x_1^2},\quad \sqrt{1-x_2^2},\quad \sqrt{1-k^2x_2^2},\quad \sqrt{1-\xi^2},\quad \sqrt{1-k^2\xi^2}$$

s'approcheront alors de $+1$. La quantité a, tirée des deux premières équations (1), s'approchera alors de la valeur

$$\frac{x_2^3-x_1^3}{x_2-x_1} = -(x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2),$$

et la quantité b s'approchera de

$$\frac{x_1x_2(x_1^2-x_2^2)}{x_1-x_2} = x_1x_2(x_1+x_2).$$

Donc

$$a + \xi^2 = a + \frac{b^2}{x_1^2x_2^2}$$

tendra vers

$$-(x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2) + (x_1+x_2)^2 = x_1x_2,$$

et la troisième équation (1) donnera

$$\xi x_1 x_2 - b = 0,$$

ou

(3) $$b = x_1 x_2 \xi.$$

» Si l'on fait, pour abréger et à cause de la symétrie,

$$\sqrt{1 - x^2} = y, \quad \sqrt{1 - k^2 x^2} = z,$$

et qu'on désigne par y_1 et z_1, y_2 et z_2, η et ζ les valeurs qu'acquièrent y et z pour

$$x = x_1, \quad x = x_2 \quad \text{et} \quad x = \xi,$$

et qu'on exprime l'équation (2) par y ou z au lieu de x, ses racines seront y_1^2, y_2^2, η^2 ou z_1^2, z_2^2, ζ^2, et on trouvera de la même manière que

$$a + 1 = y_1 y_2 \eta \quad \text{et} \quad ak^2 + 1 = z_1 z_2 \zeta.$$

» En effet, on aura, en substituant dans l'équation (2) $x^2 = 1 - y^2$,

$$(1 - y^2)(a + 1 - y^2)^2 - b^2 y^2 (1 - k^2 + k^2 y^2)$$
$$= -(y^2 - y_1^2)(y^2 - y_2^2)(y^2 - y^2),$$

donc

$$(a + 1)^2 = y_1^2 y_2^2 \eta^2, \quad a + 1 = \pm y_1 y_2 \eta.$$

» Pour déterminer ici le signe, on remarque que pour $x_1 = 0$ et $x_2 = 0$, l'on a

$$y_1 = +1, \quad y_2 = +1, \quad a = 0, \quad \xi = 0, \quad \eta = +1;$$

donc

(4) $$a + 1 = y_1 y_2 \eta.$$

De même l'équation (2) deviendra, en y substituant $x^2 = \frac{1 - z^2}{k^2}$,

$$\frac{(1 - z^2)(ak^2 + 1 - z^2)^2}{k^2} - \frac{b^2(k^2 - 1 + z^2)z^2}{k^6} = -\frac{1}{k^6}(z^2 - z_1^2)(z^2 - z_2^2)(z^2 - \zeta^2),$$

et de là

$$(ak^2 + 1)^2 = z_1^2 z_2^2 \zeta^2, \quad ak^2 + 1 = \pm z_1 z_2 \zeta.$$

Pour déterminer encore le signe, on remarque comme auparavant que pour $x_1 = 0$ et $x_2 = 0$, l'on aura

$$z_1 = +1, \quad z_2 = +1, \quad a = 0, \quad \xi = 0, \quad \zeta = +1;$$

donc

$$(5)\qquad ak^2 + 1 = z_1 z_2 \zeta.$$

Des formules (4) et (5) on tire, puisque $(ak^2 + 1) - k^2(a + 1) = 1 - k^2$,

$$(6)\qquad z_1 z_2 \zeta - k^2 y_1 y_2 \eta = 1 - k^2,$$

ce qui est la première formule de Jacobi.

» Dans les trois équations (1)

$$\begin{aligned} x_1(a + x_1^2) + b y_1 z_1 &= 0, \\ x_2(a + x_2^2) + b y_2 z_2 &= 0, \\ \xi\,(a + \xi^2) - b \eta \zeta &= 0, \end{aligned}$$

substituons maintenant successivement, au lieu de $a + x_1^2$, $a + x_2^2$ et $a + \xi^2$, les valeurs correspondantes aux transformations

$$a + x^2 = a + 1 - y^2 = \frac{ak^2 + 1 - z^2}{k^2} = \frac{(a+1)z^2 - (ak^2 + 1)y^2}{1 - k^2}.$$

» Par la première substitution

$$a + x^2 = a + 1 - y^2,$$

on trouvera, en divisant par $x_1 y_1$, $x_2 y_2$, $\xi \eta$:

$$(7)\qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{a+1}{y_1} - y_1 + \frac{b z_1}{x_1} = 0, \quad \text{ou} \quad y_2 \eta - y_1 + x_2 \xi z_1 = 0, \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad y_1 = y_2 \eta + x_2 z_1 \xi, \\ &\frac{a+1}{y_2} - y_2 + \frac{b z_2}{x_2} = 0, \quad \text{ou} \quad y_1 \eta - y_2 + x_1 \xi z_2 = 0, \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad y_2 = y_1 \eta + x_1 z_2 \xi, \\ &\frac{a+1}{\eta} - y - \frac{b\zeta}{\xi} = 0, \quad \text{ou} \quad y_1 y_2 - \eta - x_1 x_2 \zeta = 0, \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \eta = y_1 y_2 - x_1 x_2 \zeta. \end{aligned} \right.$$

» La seconde substitution,

$$a + x^2 = \frac{ak^2 + 1 - z^2}{k^2},$$

donnera, en divisant par $\frac{x_1 z_1}{k^2}$, $\frac{x_2 z_2}{k^2}$, $\frac{\xi\zeta}{k^2}$,

$$
(8)\quad \left\{
\begin{array}{ll}
\dfrac{ak^2+1}{z_1} - z_1 + \dfrac{bk^2 y_1}{x_1} = 0, & \text{ou} \quad z_2\zeta - z_1 + k^2 x_2 \xi y_1 = 0, \\
 & \phantom{\text{ou}} \quad z_1 = z_2\zeta + k^2 x_2 y_1 \xi, \\
\dfrac{ak^2+1}{z_2} - z_2 + \dfrac{bk^2 y_2}{x_2} = 0, & \text{ou} \quad z_1\zeta - z_2 + k^2 x_1 \xi y_2 = 0, \\
 & \phantom{\text{ou}} \quad z_2 = z_1\zeta + k^2 x_1 y_2 \xi, \\
\dfrac{ak^2+1}{\zeta} - \zeta - \dfrac{bk^2 \eta}{\xi} = 0, & \text{ou} \quad z_1 z_2 - \zeta - k^2 x_1 x_2 \eta = 0, \\
 & \phantom{\text{ou}} \quad \zeta = z_1 z_2 - k^2 x_1 x_2 \eta.
\end{array}
\right.
$$

» La troisième substitution,

$$a + x^2 = \frac{(a+1)z^2 - (ak^2+1)y^2}{1-k^2},$$

donnera, en divisant par $\frac{x_1 y_1 z_1}{1-k^2}$, $\frac{x_2 y_2 z_2}{1-k^2}$, $\frac{\xi\eta\zeta}{1-k^2}$,

$$
(9)\quad \left\{
\begin{array}{ll}
\dfrac{(a+1)z_1}{y_1} - \dfrac{(ak^2+1)y_1}{z_1} - \dfrac{b(1-k^2)}{x_1} = 0, & \text{ou} \quad y_2 y z_1 - z_2\zeta y_1 + (1-k^2)x_2\xi = 0, \\
 & \phantom{\text{ou}} \quad (1-k^2)x_2\xi = y_1 z_2 \zeta - y_2 z_1 \eta, \\
\dfrac{(a+1)z^2}{y_2} - \dfrac{(ak^2+1)y_2}{z_2} - \dfrac{b(1-k^2)}{x_2} = 0, & \text{ou} \quad y_1 y z_2 - z_1\zeta y_2 + (1-k^2)x_1\xi = 0, \\
 & \phantom{\text{ou}} \quad (1-k^2)x_1\xi = y_2 z_1 \zeta - y_1 z_2 \eta, \\
\dfrac{(a+1)\zeta}{\eta} - \dfrac{(ak^2+1)\eta}{\zeta} - \dfrac{b(1-k^2)}{\xi} = 0, & \text{ou} \quad y_1 y_2 \zeta - z_1 z_2 \eta - (1-k^2)x_1 x_2 = 0, \\
 & \phantom{\text{ou}} \quad (1-k^2)x_1 x_2 = y_1 y_2 \zeta - z_1 z_2 \eta.
\end{array}
\right.
$$

» En écrivant dans les formules (6), (7), (8) et (9), avec Jacobi :

$$
\begin{array}{lll}
x_1 = \sin\alpha, & y_1 = \cos\alpha, & z_1 = \Delta\alpha, \\
x_2 = \sin\beta, & y_2 = \cos\beta, & z_2 = \Delta\beta, \\
\xi = \sin\sigma, & \eta = \cos\sigma, & \zeta = \Delta\sigma,
\end{array}
$$

elles prendront la forme

$$\Delta\alpha\,\Delta\beta\,\Delta\sigma - k^2\cos\alpha\cos\beta\cos\sigma = 1 - k^2, \tag{10}$$

$$\cos\alpha = \cos\beta\cos\sigma + \sin\beta\sin\sigma\,\Delta\alpha, \tag{11}$$

$$\cos\beta = \cos\alpha\cos\sigma + \sin\alpha\sin\sigma\,\Delta\beta, \tag{12}$$

$$(13)\qquad \cos\sigma = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta\,\Delta\sigma,$$

$$(14)\qquad \Delta\alpha = \Delta\beta\,\Delta\sigma + k^2\sin\beta\cos\alpha\sin\sigma,$$

$$(15)\qquad \Delta\beta = \Delta\alpha\,\Delta\sigma + k^2\sin\alpha\cos\beta\sin\sigma,$$

$$(16)\qquad \Delta\sigma = \Delta\alpha\,\Delta\beta - k^2\sin\alpha\sin\beta\cos\sigma,$$

$$(17)\qquad (1-k^2)\sin\beta\sin\sigma = \cos\alpha\,\Delta\beta\,\Delta\sigma - \cos\beta\cos\sigma\,\Delta\alpha,$$

$$(18)\qquad (1-k^2)\sin\alpha\sin\sigma = \cos\beta\,\Delta\alpha\,\Delta\sigma - \cos\alpha\cos\sigma\,\Delta\beta,$$

$$(19)\qquad (1-k^2)\sin\alpha\sin\beta = \cos\alpha\cos\beta\,\Delta\sigma - \cos\sigma\,\Delta\alpha\,\Delta\beta.$$

» Les six autres formules de Jacobi se déduisent immédiatement de celles-ci. Ainsi, en substituant la valeur de $\cos\sigma$ de la formule (13) dans la formule (12), on aura

$$(20)\qquad \sin\alpha\cos\beta = \sin\sigma\,\Delta\beta\cos\alpha\sin\beta\,\Delta\sigma.$$

» En substituant la valeur de $\cos\beta$ de la formule (12) dans la formule (13), on aura

$$(21)\qquad \sin\alpha\cos\sigma = \cos a\sin\sigma\,\Delta\beta - \sin\beta\,\Delta\sigma.$$

» En substituant la valeur de $\cos\sigma$ de la formule (13) dans la formule (11), on aura

$$(22)\qquad \cos\alpha\sin\beta = \sin\sigma\,\Delta\alpha - \sin\alpha\cos\beta\,\Delta\sigma.$$

» En substituant la valeur de $\cos\alpha$ de la formule (11) dans la formule (13), on aura

$$(23)\qquad \sin\beta\cos\sigma = \cos\beta\sin\sigma\,\Delta\alpha - \sin\alpha\,\Delta\sigma.$$

» En substituant la valeur de $\Delta\sigma$ de la formule (16) dans la formule (15), on aura

$$(24)\qquad \sin\alpha\,\Delta\beta = \cos\beta\sin\sigma - \sin\beta\cos\sigma\,\Delta\alpha.$$

» Enfin, en substituant la valeur de $\Delta\sigma$ de la formule (16) dans la formule (14), on aura

$$(25)\qquad \sin\beta\,\Delta\alpha = \cos\alpha\sin\sigma - \sin\alpha\cos\sigma\,\Delta\beta. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Recherches sur les courants d'induction; par* **M. E. Fernet.**

« Des recherches sur les courants d'induction, faites au laboratoire de physique de l'École Polytechnique, m'ont conduit à observer un certain nombre de faits qui pourront peut-être contribuer à faciliter l'étude de ce genre de questions : je demanderai à l'Académie la permission de lui en signaler dès aujourd'hui quelques-uns.

» Le développement de chaleur produit par une étincelle d'induction, dans l'air qu'elle traverse, exerce sur le trajet des étincelles qui la suivent une influence qui me paraît nettement manifestée par l'expérience suivante. Deux petites tiges de laiton bien dressées, longues de 2 décimètres environ, sont assujetties chacune dans un support isolant, et placées parallèlement en regard l'une de l'autre, à une distance de quelques centimètres, dans une situation à peu près verticale; on augmente ensuite leur écartement à la partie supérieure, de manière qu'elles fassent entre elles un angle très-aigu, dont le sommet serait en bas. On fait alors communiquer chacune de ces tiges avec l'une des extrémités du fil induit d'une bobine de Ruhmkorff. Les étincelles qui jaillissent à chaque oscillation de l'interrupteur éclatent d'abord, comme il est naturel de s'y attendre, entre les points où les tiges sont le plus rapprochées, c'est-à-dire à la partie inférieure de l'espace qu'elles comprennent entre elles; mais elles abandonnent aussitôt cette région, pour apparaître en un point plus élevé, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'elles arrivent à la partie supérieure, où cette sorte d'ascension s'interrompt brusquement; l'étincelle suivante jaillit de nouveau à la partie inférieure, et la même succession de phénomènes se reproduit. La persistance des impressions lumineuses a d'ailleurs pour effet de faire apparaître, non pas un seul trait lumineux à la fois, mais une série de traits voisins; c'est une sorte d'échelle, à échelons très-brillants dans l'obscurité, qui gravit d'un mouvement lent et régulier l'espace compris entre les tiges, et qui, arrivée en haut, repasse brusquement à la partie inférieure pour recommencer son ascension, sans qu'on ait jamais à observer le mouvement inverse.

» Ces résultats me semblent devoir être expliqués par la chaleur due à la décharge. Le passage de chaque étincelle produit, dans l'air qu'elle traverse, une élévation de température considérable; de là une ascension immédiate du gaz dilaté, en sorte que, dans la couche supérieure, bien que le trajet soit plus long, la résistance est moindre, et c'est là que jaillit l'étin-

celle suivante. Le passage de celle-ci produit le même effet sur celle qui lui succède, et il en est ainsi jusqu'à ce que la décharge éclate enfin au point le plus haut de l'espace compris entre les tiges ; alors, l'air échauffé continuant à s'élever, l'étincelle se transporte de nouveau au point où la couche d'air est le moins épaisse, c'est-à-dire au point le plus bas.

» Cette interprétation peut d'ailleurs facilement se justifier, en modifiant l'expérience. Si l'on met les tiges, non plus dans un plan vertical, mais dans un plan horizontal, et toujours dans des directions un peu divergentes, on n'observe plus aucun déplacement, et l'étincelle part toujours entre les points les plus voisins. Il en est de même si les tiges sont situées dans un plan vertical, mais de façon que le point où iraient converger leurs directions prolongées soit en haut. Enfin, même dans la situation que j'ai indiquée en commençant, on peut arrêter brusquement l'ascension de l'étincelle, en dirigeant sur elle un courant d'air de haut en bas.

» Quelques autres caractères de l'étincelle d'induction peuvent être observés en adaptant aux extrémités du fil de la bobine induite de petits fils de platine placés verticalement, à quelques millimètres au-dessus d'un bain d'eau acidulée. Il se produit, à chaque vibration de l'interrupteur, deux étincelles simultanées, qui jaillissent entre l'extrémité de chaque fil et la surface du liquide; si l'interrupteur vibre un peu rapidement, toute discontinuité disparaît, et l'on voit deux traits lumineux continus, aux deux points où le circuit est interrompu. L'expérience étant ainsi disposée, on observe, avec une parfaite netteté, le fait souvent signalé de la différence d'aspect et de l'inégal échauffement des deux extrémités du fil induit. Le trait de feu qui part du fil positif est environné d'une auréole lumineuse, et son extrémité prend une teinte bleue en venant s'écraser sur la surface du liquide; mais le fil lui-même n'est environné d'aucune lueur, et sa température ne s'élève que d'une manière insensible. Au contraire, l'auréole bleuâtre qui environne le trait de feu partant du fil négatif se prolonge jusque sur le fil lui-même, à une distance de plusieurs millimètres; la température s'élève assez rapidement en ces points pour que les fils de platine soient fondus en quelques instants, et qu'il se forme un petit globule métallique à leur extrémité.

» Quant à la lueur bleue qui se prolonge sur le fil incandescent et qui paraît continue, il est aisé de démontrer qu'elle est instantanée comme le trait de feu lui-même, et tout à fait indépendante de l'incandescence du fil. Il suffit pour cela d'écarter de sa position le fil négatif, qu'on a eu soin de choisir suffisamment rigide, et de l'abandonner ensuite. Les vibrations qui

se produisent alors font décrire à l'extrémité libre incandescente une courbe lumineuse, ordinairement elliptique, qui va en se déformant; sur cette courbe apparaissent les traits de feu correspondants à chaque décharge, distribués régulièrement et accompagnés chacun d'une enveloppe bleuâtre parfaitement limitée.

» Enfin, l'expérience étant disposée comme je viens de l'indiquer, c'est-à-dire de manière que les étincelles jaillissent entre des fils de platine et la surface d'un liquide, on observe que les traits lumineux n'offrent jamais, dans une atmosphère tranquille, la forme d'une ligne verticale unissant l'extrémité du fil au liquide; ce sont des lignes présentant une courbure qui leur donne l'aspect de quarts de cercle tournant leur concavité du côté de la verticale, et aboutissant au liquide en un point très-éloigné du pied de cette ligne. Or, si l'on dirige un courant d'air vif sur ces étincelles courbes, on voit la lueur bleuâtre s'écarter comme le ferait une flamme; mais le trait lumineux devient immédiatement *rectiligne;* il se dirige alors suivant le plus court chemin de l'extrémité du fil à la surface liquide. C'est là un résultat constant; il se produit dans quelque sens que le souffle soit dirigé, et même quand il est amené *du côté de la concavité* de l'étincelle courbe. Un effet tout différent se produit lorsqu'on répète l'expérience sur les étincelles qui partent entre le fil positif et le liquide : le courant d'air dérange et disperse le trait de feu, en même temps qu'il étale l'auréole.

» Ces derniers faits me paraissent différer, en plusieurs points essentiels, de ceux qui ont été indiqués jusqu'ici; je me contenterai, quant à présent, de les avoir signalés : j'espère élucider ces particularités par quelques autres faits dont je poursuis l'étude. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème d'algèbre applicable à la détermination de la température de l'air au moyen d'un thermomètre non équilibré; par* **M. Ch. Dufour**.

« Je viens indiquer le résultat des recherches que j'ai entreprises pour déterminer la température de l'air par la marche d'un thermomètre non équilibré. C'est un calcul que l'on peut faire en voyage, et qui permet de profiter d'une observation même quand on ne peut attendre assez longtemps pour être sûr que le thermomètre dont on se sert est devenu stationnaire et indique la température véritable de l'air.

» D'abord, on peut admettre que lorsqu'un thermomètre a été éloigné de la température de l'air ambiant, il y revient peu à peu, de façon que si

les observations sont faites à des intervalles équidistants, les différences entre la température du thermomètre et celle de l'air diminuent suivant une progression géométrique. Aussi, pour déterminer la température de l'air ambiant sans attendre que le thermomètre soit équilibré, on peut faire trois observations, ce qui permet de calculer la correction qu'il faut apporter à l'une d'elles pour obtenir la valeur que l'on cherche; mais ce calcul est bien facilité en utilisant ce théorème d'algèbre que je crois nouveau, et auquel je suis arrivé en cherchant à simplifier algébriquement les valeurs qui étaient déduites de la progression :

» *Si dans une progression géométrique on prend trois termes de rangs équidistants, que l'on multiplie l'une par l'autre les deux différences premières, et que l'on divise par la différence seconde, on obtient le terme intermédiaire.*

» En effet, soient $a^{n-x},\ldots, a^n,\ldots, a^{n+x},\ldots$, trois termes de rangs équidistants d'une progression géométrique. Les deux différences premières sont

$$a^{n+x} - a^n \quad \text{et} \quad a^n - a^{n-x}.$$

» La différence seconde, ou la différence de ces différences, est

$$(a^{n+x} - a^n) - (a^n - a^{n-x}).$$

» Or il est facile de démontrer que

$$\frac{(a^{n+x} - a^n)(a^n - a^{n-x})}{(a^{n+x} - a^n) - (a^n - a^{n-x})} = a^n.$$

» Par conséquent, si dans une progression géométrique on considère trois termes de rangs équidistants, que l'on multiplie les deux différences premières l'une par l'autre et que l'on divise par la différence seconde, on obtient une valeur qui, retranchée du terme intermédiaire, donne toujours zéro, commencement obligé de toute progression géométrique, et ce zéro représente la température moyenne de l'air qui, retranchée des températures observées, laisserait des restes en progression géométrique décroissante.

» Ce théorème peut trouver son application dans les cas assez nombreux où les deux valeurs qui établissent la loi d'un phénomène sont fonctions l'une de l'autre, et où l'une d'elles varie en progression géométrique, tandis que l'autre varie en progression arithmétique.

» Ce calcul admet du reste souvent des simplifications très-notables, et dans tous les cas il se prête fort bien au calcul logarithmique.

» Mais appliquons ce théorème au problème spécial relatif à la détermination de la température, comme il en a été question plus haut.

» *Exemple.* Le 23 janvier 1864, je chauffe un thermomètre à la main, puis je l'abandonne; je fais alors les observations suivantes :

A 1 minute, le thermomètre indique..... 17°,1;
A 2 minutes, le thermomètre indique..... 13°,2;
A 3 minutes, le thermomètre indique..... 10°,5.

Ici les deux différences premières sont 3,9 et 2,7; la différence seconde est 1°,2. Par conséquent, la correction qu'il faut apporter à l'observation moyenne est $\frac{3,9 \times 2,7}{1,2} = 8,8$. La température calculée est donc

$$13°,2 - 8°,8 = 4°,4.$$

En réalité, à la 17e minute le thermomètre était arrêté à 4°,2; erreur 0°,2.

» On voit donc qu'il suffit de faire trois observations équidistantes : on les considère comme se rapportant à trois termes d'une progression géométrique auxquels on peut appliquer le théorème ci-dessus, et l'on obtient la correction qu'il faut apporter à l'observation moyenne pour obtenir la température de l'air ambiant. »

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Observations sur la structure du tissu nerveux par une nouvelle méthode ; par* **P. Roudanovsky.** (Extrait par l'auteur.)

« La méthode que je propose est la suivante :

» 1. Préparer, avec un couteau à double tranchant, des coupes de tissu nerveux gelé par une température de — 10 à — 15 degrés Réaumur.

» 2. Les colorer au moyen de la décoction aqueuse de cochenille.

» 3. Couvrir les pièces avec le baume de Canada ou bien avec un mélange spécial composé d'une solution assez concentrée de colle d'esturgeon (*ichthyocolla*), 6 ou 7 parties, réunie à de la glycérine, 8 parties.

I. *Sur la structure des nerfs spinaux.*

» 1. En examinant une section transversale des nerfs, on voit que *les éléments primitifs des nerfs sont des tubes avec une configuration pentagone ou hexagone.*

» 2. *Les parois des tubes nerveux,* formées par le tissu conjonctif, représentent dans tout le faisceau des tubes, par leur continuité, un véritable réticulum.

» 3. Le même tissu, formant les parois des tubes, laisse en quelques endroits, entre les tubes eux-mêmes et entre les faisceaux des tubes, des cavi-

tés closes étoilées (*réservoirs*) par lesquelles s'opère la nutrition des éléments nerveux.

» 4. La représentation isolée des tubes nerveux est un phénomène artificiel.

» 5. Les *cylindres des axes* sont colorés par la cochenille ainsi que les parois des tubes; les cylindres des axes se voient dans le centre des tubes sous la forme de fibres noueuses.

» 6. Dans un faisceau de tubes nerveux, les cylindres des axes donnent sur leur longueur des *fibres transversales* qui traversent les parois des tubes et communiquent avec les fibres transversales des autres cylindres.

» 7. Dans toute la longueur d'un cylindre de l'axe, les groupes de fibres transversales qui partent d'une section de cylindre de l'axe ne se trouvent pas placés au même niveau, mais à des distances à peu près égales les uns des autres.

» 8. Les fibres transversales de l'axe se trouvent dans les racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux, mais il est possible qu'elles manquent dans quelques nerfs.

» 9. On sait que les cylindres des axes sont entourés dans les tubes nerveux par la myéline (substance blanche), qui ne se colore presque jamais avec la cochenille, et, dans les pièces préparées avec le baume de Canada, elle a toujours l'aspect d'une masse amorphe grenue.

» 10. Dans la composition du faisceau des tubes entrent des *tubes gros, ténus* et *très-ténus*.

» Le nombre des tubes ténus et des tubes très-ténus varie dans les différents nerfs et dans leurs différents faisceaux. Les tubes ténus et très-ténus se rencontrent dans les racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux, surtout dans les racines postérieures, et ont la même structure que les gros tubes avec leurs cylindres des axes.

» 11. Il est très-probable que les tubes ténus et très-ténus appartiennent au cerveau, où ils se trouvent comme éléments prédominants, si ce n'est exclusifs, de toute la substance blanche.

» 12. Chaque nerf contient à la fois un *substratum* anatomique du cerveau, de la moelle épinière et probablement des ganglions.

II. *Caractères généraux de la structure des organes centraux du système.*

» Dans les coupes minces, la substance grise paraît toujours diaphane et d'une couleur gris-jaunâtre, ce qui dépend surtout de l'absence de la myéline, donnant à la substance blanche un aspect mat, qui la rend

opaque. Dans les pièces microscopiques préparées avec la gélatine, la myéline a l'aspect de gouttes de graisse ou quelquefois de gouttes grenues.

» La quantité de la myéline augmente jusqu'à l'âge adulte; chez les jeunes animaux, elle est en quantité moindre. On peut supposer que le développement de quelques fonctions nerveuses dans les différents âges de la vie est correspondant à l'augmentation de la quantité de myéline.

» 1. La *substance grise* des organes centraux est composée de cellules et fibres nerveuses comme leurs prolongements ou embranchements; la substance blanche se compose de tubes avec les caractères que nous avons décrits dans les nerfs.

» 2. Les éléments les plus importants du tissu nerveux qui doivent être considérés, sans conteste, comme l'origine des nerfs, sont ce que l'on appelle les cellules nerveuses (*cellula nervea*).

» La différence entre les cellules nerveuses est due à leur volume et à leur configuration, à la présence ou à l'absence des prolongements et au nombre de ces derniers, suivant les différents lieux.

» 3. Dans certaines parties des organes centraux, les cellules nerveuses par quelques-uns de leurs prolongements se réunissent mutuellement en formant ainsi des mailles, aux angles desquelles se trouvent les cellules nerveuses elles-mêmes : de là résulte le réseau de cellules nerveuses.

» 4. En beaucoup d'endroits des organes centraux, le tissu de la substance grise présente des mailles formées exclusivement de fibres nerveuses : c'est ce qui forme un réseau des fibres.

» 5. Sur la surface des *thalami nervorum opticorum*, ces faisceaux des fibres s'infléchissent dans une direction opposée, en formant une disposition spéciale des mailles, réseau des nœuds.

» 6. Comme caractère essentiel de la texture des parties centrales, on voit des mailles ou des réseaux formés par la substance grise, ainsi qu'une direction opposée entre les faisceaux des fibres de la substance grise et entre les faisceaux de tubes nerveux de la substance blanche.

» Il en résulte qu'une partie des fibres nerveuses de substance grise se recourbent ou s'infléchissent dans la substance blanche où elles apparaissent comme les cylindres des axes dans les tubes de cette substance.

» 7. C'est la substance grise qui est la substance nerveuse fondamentale; elle remplit le principal rôle dans la fonction des nerfs.

» 8. En divisant le cerveau en lames verticales antéro-postérieures, on constate que la partie périphérique du cerveau a l'aspect d'un ruban ou d'un cylindre qui, par sa marche sinueuse, forme ce que l'on appelle les circon-

volutions cérébrales (*gyri cerebri*). Ce cylindre contient à l'intérieur une substance blanche et à l'extérieur une substance grise; il se réunit dans chaque hémisphère avec les parties centrales du cerveau, à leur base.

» 9. Presque dans toute la moelle épinière on observe la loi générale de la structure des organes centraux, la disposition opposée des fibres de substance grise aux tubes de substance blanche.

» 10. Les cornes antérieures communiquent entre elles en formant ainsi la commissure antérieure. Cette commissure représente trois ou quatre faisceaux de fibres passant d'une corne antérieure à l'autre, en se trouvant toujours à quelque distance l'une de l'autre et toujours dans la direction perpendiculaire à l'axe de la moelle épinière. Quelques-unes des fibres des faisceaux de commissure antérieure s'entre-croisent au fond de la fissure antérieure. Il n'existe point de commissure postérieure dans le sens d'une communication des cornes postérieures entre elles, mais cette commissure est formée de tissu conjonctif qui appartient à la substance blanche du cerveau.

» 11. Les cellules nerveuses communiquent entre elles par quelques-uns de leurs prolongements dans le même groupe où elles se trouvent, soit dans les cornes postérieures, soit dans les cornes antérieures.

» 12. Quelques-unes des branches des cellules nerveuses, passant transversalement à l'axe de la moelle épinière, s'infléchissent et deviennent parallèles à cet axe, et prennent place dans les tubes de substance blanche, pour former les cylindres de l'axe.

» 13. Il existe des nerfs qui sortent des parties centrales, du cerveau et de la moelle épinière déjà complétement formés comme les tubes, et d'un autre côté il y a des nerfs qui se transforment de fibres en tubes seulement hors des parties centrales.

» 14. L'un des caractères les plus frappants dans les cornes postérieures, c'est la formation des mailles par les fibres de cellules nerveuses : ces mailles manquent dans les cornes antérieures, où l'on ne voit qu'une simple irradiation des nerfs.

III. *Observations pathologiques sur l'action de quelques poisons.*

» 1. Après avoir empoisonné des chats, des chiens et des lapins par la strychnine, la nicotine, l'opium et le chloroforme, nous avons remarqué que toutes ces substances altèrent toujours le tissu nerveux.

» 2. Quelques-uns de ces poisons, les plus énergiques, comme la strychnine et la nicotine, altèrent les cellules nerveuses et leurs embranchements.

Les autres poisons, comme le chloroforme, l'opium, et peut-être l'alcool, modifient la myéline.

» 3. Les altérations après la nicotine s'étaient indiquées par la forte pigmentation et destruction des cellules nerveuses avec leurs prolongements seulement dans la moelle épinière où commencent les nerfs vagues et hypoglosses. Dans ce cas les cellules nerveuses et leurs prolongements sont devenus brun foncé, et ont pris un aspect de désorganisation.

» 4. Sous l'influence de ces poisons, j'ai remarqué qu'avec la congestion dans les vaisseaux sanguins des racines des nerfs de la moelle épinière, les réservoirs augmentent aussi en volume.

» 5. De tout ce que nous venons de dire, on peut conclure qu'il suffit d'une goutte d'un énergique poison, comme la nicotine, pour tuer un grand animal, non parce qu'il altère chimiquement la métamorphose de tout l'organisme, mais parce que ce poison détruit les petits organes comme les cellules nerveuses qui sont l'origine des nerfs des principaux organes de la vie.

» 6. L'influence de l'opium et du chloroforme agit sur la myéline, qui au lieu de prendre la forme amorphe grenue prend ici l'aspect de petits corps brillants. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un appareil propre aux analyses des mélanges gazeux et spécialement au dosage des gaz du sang*. Note de **MM. Saintpierre** et **Estor**, présentée par M. Bernard.

« En poursuivant nos recherches sur les variations de l'oxygène contenu dans les différents points du torrent circulatoire, nous avons fait usage de la méthode si ingénieuse indiquée par M. Cl. Bernard, qui consiste, chacun le sait, à déplacer l'oxygène par l'oxyde de carbone.

» Les savants qui se sont livrés à des expériences de ce genre savent très-bien qu'après avoir mis le sang en rapport avec l'oxyde de carbone dans une cloche renversée sur le mercure, il devient indispensable de transvaser les gaz, pour en opérer l'analyse. De là des pertes à peu près inévitables, et l'obligation de ne prendre qu'une portion du mélange gazeux, d'en faire l'analyse totale et d'établir par le calcul la proportion des divers éléments.

» Dans l'appareil que nous proposons, nous avons eu pour but d'effectuer toutes les opérations avec une seule et même cloche graduée. Nous

avons réussi à lire successivement dans le même appareil la quantité préalable d'oxyde de carbone employée, la quantité de sang introduite ; puis, à faire passer dans la cloche elle-même les réactifs nécessaires, sans que ces réactifs soient jamais en contact avec le sang. Notre appareil se compose d'une cloche ayant la forme d'un tube en U renversé ; une branche est destinée à recevoir le sang, l'autre les réactifs. La capacité totale est d'environ 40 centimètres cubes, dont 20 centimètres cubes divisés en 100 parties de chaque côté. Dans le premier modèle, le zéro est situé dans la partie droite de la cloche, de chaque côté, et la capacité (A), qui est au-dessus, est déterminée une fois pour toutes. Dans le nouveau modèle, le zéro est au sommet de la courbure, et les divisions ne commencent qu'à partir de 10 centimètres cubes. Voici comme nous opérons :

» La cloche étant pleine de mercure, nous y faisons passer assez d'oxyde de carbone pour remplir 10 à 11 centimètres cubes de graduation de chaque côté. Cette hauteur est nécessaire pour n'avoir pas à craindre de voir le sang déborder d'une branche dans l'autre. Environ 15 centimètres cubes de sang retirés du vaisseau avec une petite seringue sont introduits dans une des branches. La quantité de sang peut être rigoureusement déterminée par une lecture. Cette entrée du sang occasionne un abaissement de niveau du mercure, évidemment plus fort dans la branche qui contient le sang. En ce moment, l'appareil est maintenu dans les conditions de température indiquées par M. Cl. Bernard, et nous lui imprimons un ballottement modéré pendant 7 à 8 minutes. Nous avons reconnu, en effet, que l'agitation vive n'est pas nécessaire, qu'elle occasionne souvent la formation d'une mousse épaisse et salit la cloche. Mieux vaut un ballottement léger qui empêche la coagulation et par lequel l'échange des gaz est tout ce qu'il doit être après 7 à 8 minutes d'agitation et une demi-heure de repos dans l'étuve à 30 degrés.

» La lecture de l'appareil doit être faite en amenant le niveau inférieur du mercure de la branche qui ne contient pas de sang à coïncider avec le niveau extérieur de la cuve. Dans ces conditions, la pression est évidemment égale à la pression atmosphérique aussi bien dans une branche que dans l'autre. Nous faisons une lecture de chaque côté, et nous avons le volume gazeux total en additionnant les indications de ces deux lectures, et en y ajoutant, s'il y a lieu, le volume (A) indiqué ci-dessus.

» Après avoir noté la température et la pression, nous faisons arriver les réactifs par la branche qui ne contient pas de sang. Nous nous servons dans ce but de petites balles de coke imprégnées de réactifs liquides, ou de réac-

tifs solides attachés à l'extrémité d'un fil de fer. L'absorption terminée, nous retirons nos balles de coke pour opérer de nouveau les lectures.

» Nous nous sommes assurés que dans ces conditions l'absorption des gaz est complète. Plusieurs expériences ne nous ont donné que des différences insignifiantes imputables aux erreurs de lecture. Notre appareil n'est ni volumineux ni fragile; il exige peu de mercure, et permet de transvaser les gaz avec autant de facilité que les cloches ordinaires. Nous le proposons donc dans certains cas aux physiciens, et nous pensons que dans les analyses des gaz du sang il peut rendre des services aux physiologistes. »

ARTS MILITAIRES. — *Sur une question de priorité relative aux fusées à deux âmes.*

M. Splingard, major d'artillerie dans l'armée belge, adresse une réclamation de priorité relativement aux fusées à deux âmes dont il est question dans l'ouvrage que M. le général russe Konstantinoff a adressé à l'Académie le 2 mai 1864. M. Splingard envoie, à l'appuie de sa réclamation, une Notice *sur une nouvelle fusée de guerre* imprimée en 1858, dans laquelle on lit, page 53 :

« L'adoption d'une âme annulaire permet d'introduire dans la construc-
» tion de la fusée une autre modification au moyen de laquelle on peut
» augmenter encore la vitesse de translation maximum du projectile.

» Pour obtenir ce résultat, nous pratiquons une âme centrale dans la
» partie supérieure du massif. La communication du feu d'une âme à l'autre
» serait réglée de manière que leurs effets fussent successifs. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle planète faite à l'Observatoire de Bilk le 27 novembre.* Lettre de **M. R. Luther** à M. Élie de Beaumont.

« Bilk, près Dusseldorf, le 7 décembre 1864.

» J'ai l'honneur de vous annoncer, en vous priant de la transmettre à l'Académie, la découverte d'une nouvelle planète (82) faite par moi à cet observatoire le 27 novembre 1864. Le mauvais temps ne m'a permis que les observations suivantes de la nouvelle planète de 11e grandeur :

1864.	Temps moyen de Bilk.	Ascension droite.	Déclinaison boréale.
	h m s	h m s	° ′ ″
27 novembre	11.42.34,6	4. 2. 8,75	+ 23.41.20,1
27 novembre	9. 0.30,2	4. 0.12,09	+ 23.37.59,7
3 décembre.....	9.13.30,3	3.56. 7,20	+ 23.30.23,9

» Je peux ajouter une observation plus nouvelle de Bonn :

1864.	Temps moyen de Bonn.	Ascension droite.	Déclinaison boréale.
5 décembre......	$13^h.59^m.7^s,0$	$3^h.53^m.56^s,59$	$+23°.26'.2'',7$

» MM. les astronomes C. de Littrow, E. Weiss et Th. Oppolzer, à Vienne, ont choisi pour ma nouvelle planète le nom *Alcmene.* »

COSMOLOGIE. — *Bolide observé à Paris le 9 décembre au soir.* Lettre de **M. A. Tissot.**

« Le 9 décembre, à $9^h 16^m$ du soir, me trouvant dans la rue des Fossés-Saint-Jacques, j'ai vu un bolide traverser en moins d'une demi-seconde une portion étroite du ciel que me laissaient apercevoir entre elles les arêtes de deux toits de la rue de la Vieille-Estrapade. Grâce à la présence de ces arêtes, il était facile de déterminer avec assez d'exactitude la position du point correspondant de la trajectoire; j'ai trouvé, pour sa hauteur, 8 degrés, et pour son azimut 61 degrés comptés du sud vers l'est. La tangente en ce point m'a paru faire un angle d'environ 30 degrés avec l'horizon. Le mouvement, projeté sur une méridienne horizontale, s'effectuait du nord vers le sud.

» Autant que j'ai pu en juger pendant une si courte apparition, le bolide, par son aspect, rappelait celui du 29 novembre; cependant il était plus brillant et semblait moins volumineux. Je n'ai entendu aucun bruit. »

ASTRONOMIE. — *Notice sur l'étoile variable V de la Vierge;* *par* **M. Goldschmidt.**

« Position pour 1859,0 : Æ $13^h 20^m 29^s$. Ⓓ — 2° 25',5. D'après l'usage introduit par M. Argelander, cette étoile variable a été désignée par la lettre V, qui, à partir de la lettre R, est la 5e variable de la constellation. Constamment attentif à ses phases depuis que je l'ai découverte en 1857, je n'ai pu suivre sa variabilité qu'à partir du 6 mai 1859, où elle a subitement réapparu. Elle varie de la 7-8e grandeur jusqu'à l'entière disparition, au-dessous de la 13e grandeur. Un grand nombre d'observations m'ont fait trouver une période de 250 jours qui doit être assez exacte. Elle est visible dans ce moment comme une étoile de 8e grandeur, mais il m'a toujours semblé que sa lumière n'est pas franche; mes faibles moyens d'observation ne me permettent pas de me prononcer sur cet aspect nébuleux ou lumière diffuse.

» Étoile variable I du Verseau, ou 3e étoile variable de cette constellation. C'est l'étoile de Lalande, n° 40196. Position pour 1800,0 : Æ $20^{h}39^{m}23^{s}$, Ꝺ — 5° 52',5. J'ai découvert la disparition au mois d'août 1861, pendant la recherche de la planète Pseudo-Daphné. Un grand nombre d'observations depuis cette époque, et surtout la réapparition subite du 6 décembre 1863, m'a donné sa périodicité de 197 jours. Elle varie de la 7-8e grandeur jusqu'à la parfaite invisibilité. Cette étoile est notée variable dans le catalogue qui accompagne la carte académique de Berlin, 20e heure, avec un grand nombre d'autres. M. Hencke n'a donné aucune notice particulière sur 16 étoiles notées variables, et 184 différemment estimées par les observateurs Lalande, Piazzi, etc. »

Dans une Lettre jointe à cette Note, M. Goldschmidt donne quelques détails relatifs à un phénomène visuel qu'il a observé sur lui-même quand il recevait une double image du même objet, l'un de ses yeux étant armé d'une lunette. Ce phénomène paraissant tenir à des causes physiologiques, la Note est renvoyée à l'examen de MM. Bernard et Fizeau.

L'Académie reçoit une Note concernant le dernier théorème de Fermat. L'auteur a cru devoir placer son nom sous pli cacheté, dans la supposition, qui jusqu'à présent n'est justifiée par rien, que M. le Ministre de l'Instruction publique doit engager l'Académie à proposer de nouveau pour sujet de prix la démonstration de ce théorème.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 12 décembre 1864 les ouvrages dont voici les titres :

Archives de la Commission scientifique du Mexique, publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique; t. I, 1re livraison. Paris, 1864; in-8°.

Principes de Chimie fondée sur les théories modernes; par A. NAQUET. Paris, 1865; vol. in-12. Présenté, au nom de l'auteur, par M. Balard.

Projet de collége de Chimie appliquée; par E.-J. MAUMENÉ. Paris, 1864; br. in-8°.

Paléontologie française ou Description des animaux invertébrés fossiles de la France, continuée par une réunion de paléontologistes sous la direction d'un comité spécial; 17e livraison, octobre 1864. Paris; in-8°.

Fabrication du fromage façon mont d'Or; par A.-F. POURIAU. (Extrait des *Annales de la Société impériale d'Agriculture, d'Histoire naturelle et des Arts utiles de Lyon;* 1864.) Lyon, 1864; in-8°.

Notice sur une nouvelle fusée de guerre; par M. SPLINGARD. (Extrait du *Journal de l'Armée belge;* vol. XV, 2e livraison, n° 86.) Gand, 1858; in-8°. Envoyé à l'appui d'une réclamation de priorité.

Medico-chirurgical... *Transactions médico-chirurgicales* publiées par la Société royale de Médecine et de Chirurgie de Londres; 2e série, vol. XLVII. Londres, 1864; vol. in-8°.

Annales de l'Observatoire physique central de Russie, publiées par ordre de S. M. I., sous les auspices de S. Exc. M. de Reutern, ministre des finances et chef du corps des ingénieurs des mines; par A.-T. KUPFFER, directeur de l'Observatoire central; années 1860 et 1861. Saint-Pétersbourg, 1863 et 1864; 2 vol. in-8°.

Correspondance météorologique, publication annuelle de l'administration des mines de Russie, rédigée par A.-T. KUPFFER; années 1861 et 1862. Saint-Pétersbourg, 1863 et 1864; in-4°.

Compte rendu annuel adressé à S. Exc. M. de Reutern, ministre des finances, *par le directeur de l'Observatoire physique central,* A.-T. KUPFFER; années 1861, 1862 et 1863. Saint-Pétersbourg, 1862, 1863 et 1864. Livraisons in-4°.

Considérations sur la prévision des tempêtes, et spécialement sur celles du 1er *au* 4 *décembre* 1863; *par* Ferdinand MULLER. Saint-Pétersbourg, 1864; livraison in-4°.

Lettere... *Lettres du prof.* F. ZANTEDESCHI *sur l'origine de la rosée et de la gelée blanche.* Padoue, 1864; br. in-8°. (Renvoyé à M. Fizeau pour un Rapport verbal.)

Saggio... *Essai hydrologique sur le Nil; par* M. Elia LOMBARDINI. (Extrait des *Mémoires de l'Institut royal Lombard des Sciences et Lettres;* vol. X.) Milan, 1864; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1864.)

Page 940, ligne 2, *au lieu de* Caramanie, *lisez* Carmanie.

Page 961, ligne 4 en remontant, *au lieu de* M. le Ministre de la Marine, *lisez* M. le Ministre de l'Instruction publique.

Page 961, ligne 2 en remontant, *au lieu de* la Section de Géographie et de Navigation qui aura à préparer les listes de candidats, *lisez* la Commission qui aura à préparer les listes de candidats, Commission qui se compose des trois Sections réunies d'Astronomie, de Géométrie et de Géographie et Navigation.